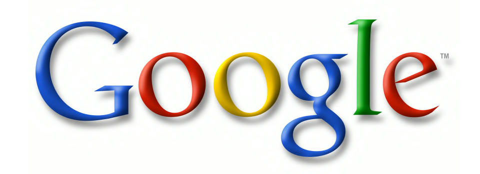
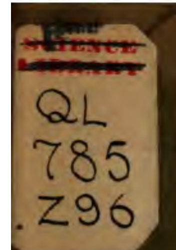



PROPERTY OF
University of Michigan Libraries
1817
ARTES SCIENTIA VERITAS



OTTO ZUR STRASSEN:
DIE NEUERE
TIERPSYCHOLOGIE

B. G. TEUBNER · LEIPZIG-BERLIN



DIE NEUERE TIERPSYCHOLOGIE

VORTRAG

IN DER ZWEITEN ALLGEMEINEN SITZUNG
DER 79. VERSAMMLUNG DEUTSCHER
NATURFORSCHER UND ÄRZTE ZU DRESDEN
(1907)

GEHALTEN VON

Karl Ladislaus
O. ZUR STRASSEN
LEIPZIG



LEIPZIG UND BERLIN
DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER
1908

I.

Überblick und Programm.

Die Tierpsychologie hat sich neuerdings in hohem Maße zum Vorteil verändert. Sie hat ihre Ziele erweitert und schärfer gefaßt, vor allem aber ihre Methoden, die früher unvollkommen, ja vielfach dilettantisch waren, so sehr verbessert, daß sie im Begriffe steht, eine Wissenschaft ersten Ranges zu werden.

Die Zeit liegt noch nicht weit zurück, als die bekannte Frage: „Instinkt oder Überlegung?" das Interesse fast ganz allein in Anspruch nahm. Und diese Alternative – die obendrein falsch gestellt war, denn es gibt noch ein Drittes – pflegte sehr naiv vom menschlichen Standpunkt aus entschieden zu werden: eine Handlung, die der Mensch mit Überlegung vollbringen würde, sollte auch beim Tier in solcher Weise verursacht sein. Dabei machte die Siegerstimmung der Deszendenzlehre, die zwischen Mensch und Tier manches trennende beseitigt hatte, gerade die fortschrittlich gesinnten Geister oft geneigt, den Tieren ein ansehnliches Maß von Überlegung zuzuschreiben. Neben Wirbeltieren galten

besonders die Insekten mit ihrer fast unerschöpflichen Fülle von Fertigkeiten in Brutpflege, Staatenbildung etc. als Muster von Intelligenz. Heute wissen wir aus zuverlässigeren Quellen, daß diese Meinung irrig war.

Zunächst: Sehr viel von dem, was Tiere mit scheinbarem Bedacht vollbringen, geschieht nachweislich rein auf Grund angeborener Befähigung. Wird eine Ameise oder Biene aus ihrer Puppenhülle künstlich befreit und abgesondert aufgezogen, so ist das junge Tier, das vom Getriebe des Staates nichts gesehen hat und keinerlei Unterricht empfangen oder Erfahrung sammeln konnte, doch völlig befähigt, die typischen Verrichtungen seiner Spezies auszuführen: die Ameise trägt Eier von Blattläusen ein, betreibt die Sklaverei, die Biene baut Waben ebenso tadellos und zweckentsprechend wie eine alterfahrene. So ist auch ein Vogel, der jung aus dem Nest genommen wurde, im ersten Herbst zum Wanderflug bereit; er vermag ohne Vorbild ein Nest zu bauen. Und in sehr zahlreichen Fällen läßt schon der normale Hergang keinen Zweifel, daß die Fähigkeit zu den Verrichtungen angeboren ist: *Rhynchites betulae* z. B. schneidet und rollt das Birkenblatt auf wundervoll zweckmäßige Art zum Trichterwickel, der seiner Brut als Wiege und Nahrung dienen soll, obgleich er noch gar nicht lebte, als seine eigene Wiege zustande kam.

Gleich beim ersten Versuch ist er vollendeter Meister und lernt nach WASMANN[1] durch Wiederholung nichts hinzu; im Gegenteil. – Es scheint nun ganz unmöglich, daß irgendein Geschöpf von seiner Geburt an mit hinreichender Kenntnis und Urteilskraft ausgerüstet wäre, um solche Dinge nach selbständiger Entschließung auszuführen.

Und eine zweite Gruppe experimenteller wie normal-biologischer Tatsachen lehrt unmittelbar, daß das betreffende Tier sich wirklich gar nichts bei seiner zweckmäßigen Verrichtung überlegt: wird die Handlungsweise durch Modifikation der Umstände, unter denen sie nützlich war, ins Sinnlose verkehrt, so ändert das Tier sein Verhalten nicht, oder nicht sogleich. Eine Grabwespe z. B. trägt als Nahrung für ihre Brut, die sie in selbstgegrabenen Erdlöchern erzieht, Heuschrecken ein, schleppt aber die Beute nicht gleich ins Loch, sondern legt sie an dessen Eingang nieder; erst nachdem sie der Höhle unbelastet einen Besuch gemacht, bringt sie das Werk zu Ende. Dies hat seinen guten Grund: so erfährt die Wespe, ob etwa inzwischen eine von den Schmarotzerfliegen dagewesen ist, die in der Nähe zu lauern und den Fleiß der anderen für ihre eigene Brut zu mißbrauchen pflegen. Überlegt aber war es nicht. Denn als einst FABRE[2], während die Wespe mit ihrer Rekognoszierung beschäftigt war, die draußen abgelegte Heuschrecke um ein par Zenti-

menter verschob, benahm sich die Wespe sehr unverständig. Sie kam hervor, fand bald ihr Eigentum, zog es zum Nest und – ließ es am Eingang liegen, um unbeladen ein zweites Mal hineinzuschlüpfen. Da FABRE nun wissen wollte, wer es länger aushielte, er oder sie, so wiederholte er den Versuch. Beim vierzigsten Male gab er sich geschlagen. Offenbar verfährt die Wespe rein instinktiv. Ankunft mit Beute vor dem Höhleneingang enthält für sie den Zwang zum Niederlegen, Hineinschlüpfen; wozu ist ihr unbekannt. – Das lehrreiche Experiment, die Zweckmäßigkeit einer bestimmten Verrichtung durch einseitige Änderung ihrer äußeren Bedingungen aufzuheben, macht nun die Natur zuweilen selbst auf stammesgeschichtlichem Wege. Daß ein Vogelpärchen die Jungen füttert, hält mancher für ein Zeichen von Intelligenz oder doch von edleren psychischen Eigenschaften. Es kann aber nichts anderes sein, als instinktive Reaktion auf das Geschrei und Schnabelsperren der Brut. Sonst wäre ja dem Kuckuck nicht geglückt, Singvogeleltern sein Junges unterzuschieben: weil dieses lauter schreit und den Schnabel weiter sperrt, als die eigene Nachkommenschaft des betrogenen Elternpaares, so nimmt es deren eifrige Pflege für sich allein in Besitz, und die rechtmäßigen Kinder verhungern (WASMANN[8]). Öfter geschieht es auch, daß eine Verrichtung rudimentär wird, genau wie ein Organ; das heißt,

sie bleibt in reduzierter, unvollkommener Weise fortbestehen, nachdem sie durch stammesgeschichtliche Veränderung der früheren Verhältnisse überflüssig und zwecklos geworden ist. Viele Raubtiere bedecken z. B. ihren Kot mit Sand, und da die Nützlichkeit dieser Handlung einleuchtet — bewirkt sie doch, daß die Gegenwart des Räubers minder ruchbar wird —, so glauben wohl viele zunächst, das Raubtier verfahre hierbei mit Überlegung. Nun produzieren aber die Haushunde von dieser Verrichtung ein komisches Rudiment. Erst gehen sie zehn Schritte weiter, dann machen sie nach einer Seite, wo das Corpus delicti gar nicht liegt, ein paar ungeschickte Kratzbewegungen mit den Hinterbeinen, und alles vielleicht auf hartem Trottoir. Natürlich kann diese zwecklose Bemühung nur die Folge innerer, nach dem Kotlassen eintretender Reizzustände sein. Damit aber die ursächlichen Grundlagen eines solchen Prozesses in rudimentärer Form überliefert werden konnten, wird unbedingt vorausgesetzt, daß auch die vollkommene, gut gezielte und zweckmäßige Originalverrichtung der wilden Ahnen nicht das Ergebnis freier Entschließung und Überlegung, sondern die automatische Folge instinktiver Veranlagung war.

Kurzum, die neuere Tierpsychologie betrachtet das Handeln und Wirken der Geschöpfe bis herauf zum Säugetier mit anderen Augen. Wir halten für gewiß, daß alle die typisch-zweckmäßigen Verrich-

tungen, die für den Lebensbetrieb der einzelnen Arten von grundlegendem Werte, oft aber auch solche, die scheinbar unbedeutend sind, rein instinktiv geschehen. Natur hat eben die Tiere so eingerichtet, daß jedes in den normalen, „voraussehbaren“ Lebenslagen gewisse, zu seinem Besten dienende oder der Spezies nützliche Bewegungen gedankenlos vollbringen muß, wie ja auch die inneren, nicht minder zweckmäßigen Bewegungen: Blutumtrieb, Darmperistaltik etc., ohne Überlegung vonstatten gehen. Und hier wie dort erstreckt sich die Fürsorge der Natur auf Kleinigkeiten, die man der Mühe kaum für wert gehalten hätte.

*

Allein durch diese für immer gesicherte moderne Einsicht in die Bedeutung und unvermutet große Verbreitung der blinden Instinkte sind keineswegs die Tiere samt und sonders zur Stufe von Maschinen hinabgedrückt, die etwa ganz genau nur dasjenige zu leisten vermöchten, wozu sie von Haus aus geschaffen sind. Solches mag für die untersten Gruppen des Tierreichs richtig sein. Bei höher organisierten Formen aber tritt neben die angeborenen, bei allen Individuen der Spezies in fast identischer Weise wiederkehrenden Instinkte die Fähigkeit individuell-zweckmäßigen Verhaltens. Das einzelne Geschöpf vermag sein Benehmen je nach vorausgegangenen persönlichen Erlebnissen passend zu

variieren, das angeborene Programm zu erweitern und zu verbessern, vielleicht gar teilweise umzustoßen. Es „lernt“ aus „Erfahrung“. Und diese wunderbare Eigenschaft, die anfangs neben den Instinkten eine bescheidene Rolle spielt, gewinnt in höheren und höchsten Gruppen eine solche Ausbildung und Leistungsfähigkeit, daß sie an biologischem Werte den Instinkten nahekommt, wohl gar sie übertrifft.

Die einfachste Form des Lernens findet sich ziemlich früh. Schon Krebse (SPAULDING[4], YERKES[5]) bringen es fertig, einen Ort, wo sie Futter erhalten haben, erneut zu besuchen, oder den Weg, der sie in eine Sackgasse führte, künftig zu meiden. Insekten leisten darin (WASMANN[6], v. BUTTEL-REEPEN[7] u. A.) erheblich mehr. Eine Biene z. B., die in trachtloser Zeit Honig an einem Fenster gefunden hat, benutzt diese gute Erfahrung nicht nur, um an das gleiche Fenster zurückzukehren, sondern fliegt auch an das Nebenfenster; was zweckmäßig ist: besteht doch einige Wahrscheinlichkeit, daß dort ebenfalls Nahrung vorhanden sein könnte. Ja, eine Biene lernt sogar ganz anders geformte und bemalte Fenster in fremden Häusern aufzusuchen (v. BUTTEL-REEPEN), dehnt also die gewonnene Erfahrung in höchst nützlicher Weise auf eine ganze Klasse von Objekten aus. Und wenn schon das Insekt sich hierbei zu verhalten scheint, als hätte es den „Begriff“

des Fensters durch Abstraktion von wechselnden Einzelheiten in sich ausgebildet, so kann bei Wirbeltieren das wirkliche Vorhandensein eines entsprechenden Verhaltens gar nicht bezweifelt werden. Krähen auf dem Felde unterscheiden den Jäger, wie immer er im einzelnen aussehen mag, vom harmlosen Bauer. Erfahrene Hunde „erkennen" den Bettler, sei er groß oder klein, jung oder alt. Und es ist klar, wie sehr der Vorteil, den alle so begabten Tiere aus ihren Erfahrungen zu ziehen vermögen, gesteigert wird. Dennoch liegt hierin noch nicht der höchste Grad. Manche Tiere machen nicht nur die körperlichen Dinge, sondern sogar das regelmäßig Wiederkehrende in Vorgängen zum Gegenstande ihrer Erfahrung und verwenden sie zweckentsprechend. So zeigen sich ältere Hunde und Affen mit der Erscheinung, daß ein bewegter Körper in gleicher Richtung fortfährt sich zu bewegen, zumeist vertraut, denn sie weichen ihm aus. Und auf der obersten Stufe begegnen wir einer so gesteigerten Fähigkeit, das früher Gelernte in neuen, nie erlebten Situationen passend anzuwenden, daß es scheint, als hätten die Tiere Einblick in den Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung und wählten hiernach aus ihrer Erfahrung heraus das Mittel zum Zweck. Anthropoide Affen gewinnen die allgemeine Erfahrung, daß mangelhaft festgehaltene Gegenstände zu Boden fallen. Nehmen wir

an, ein Orang wollte mit irgendeinem Ding, das ihn am Klettern hindern würde, vom Baum herunter, so ginge die Maßnahme, den Gegenstand fallen zu lassen und unten wieder aufzunehmen, wohl nicht über seinen Horizont.

*

Wir sehen also: Die Gegner der Tierintelligenz haben noch lange nicht glatt gesiegt. Neben den typisch-zweckmäßigen Instinkten steht ebenso unbestreitbar das weite und mannigfache Erscheinungsgebiet des individuell-zweckmäßigen Verhaltens, des „Lernens aus Erfahrung". Und die Tierpsychologie soll erst noch entscheiden, ob sie den lernfähigen Tieren sämtlich, oder einigen und welchen den Titel der Intelligenz zubilligt oder nicht.

Versteht man unter Intelligenz, wie das gewöhnlich geschieht, die Fähigkeit, durch Abstraktion Begriffe zu bilden und Schlüsse zu ziehen, dann haben sich offenbar die höheren Wirbeltiere, von denen vorhin die Rede war, aufs Haar so verhalten, als wären sie intelligent. Aber auch die Biene, die zum Fenster zurückkehrt, benimmt sich, als wenn sie den Schluß gezogen hätte: am Fenster stand Honig – er wird wohl noch da sein. Ja selbst für die lernenden Krebse gilt das gleiche. Und in der unkritischen Zeit der Tierpsychologie wäre die Folgerung, daß allen diesen Geschöpfen in

der Tat Intelligenz zuzuschreiben sei, wahrscheinlich prompt gezogen worden.

Aber so schnell geht das nicht. Die Tierpsychologen haben, vor allem auf WUNDT's[8] Ermahnungen hin, inzwischen gelernt, das „Prinzip der Sparsamkeit", das ja für alle Wissenschaft obligatorisch ist, auch in ihrem Gebiete strenger anzuwenden. Nun kennen wir aus menschlicher Erfahrung eine innere Tätigkeit, die weder instinktiv noch intelligent ist und dennoch die Art unseres Handelns bestimmen kann: die überlegungslose, gesetzmäßig vor sich gehende „Assoziation"; und diese Tätigkeit ist einfacher als die intelligente. Also zwingt das ökonomische Prinzip, die Assoziation zur Deutung des tierischen Lernens versuchsweise heranzuziehen. Und WUNDT, LLOYD MORGAN[9], WASMANN und andere haben dargetan, daß in der Tat die nicht instinktiven, auf individueller Erfahrung beruhenden Handlungen der Tiere in weitestem Umfange durch zweckmäßige Assoziation zu erklären sind. Nimmt man z. B. an, im Innern der Biene assoziiere sich das „Lustgefühl" des gestillten Hungers mit der „Vorstellung" des Fensters und des Weges dahin, und dieser Komplex verbände sich in geeigneter Weise mit dem neu erwachten Sammeltriebe, so würde das Tierchen, ohne intelligent geschlossen zu haben, zum Honig zurückgeführt. Sogar ein Teil von dem, was wie die Bildung von Begriffen, wie intelligente Aus-

dehnung des Gelernten auf eine Gruppe verwandter Objekte erscheint, könnte recht wohl – soweit es nicht ganz trivial durch eine Art heilsamer Sinnestäuschung ermöglicht wird (LLOYD MORGAN) – auf Assoziation beruhen. Es gibt eine besondere Art derselben: die Ähnlichkeitsassoziation. Hierbei bewirkt die Ähnlichkeit eines Gegenstandes mit einem früher wahrgenommenen, daß das „Erinnerungsbild" des letzteren emportaucht, mit ihm die fest daran geknüpfte Reihe von Assoziationen, und so eine Handlung zustande kommt, die auch dem neuen Objekte gegenüber zweckmäßig ist.

Allein so sehr die Einführung der sparsamen Assoziationshypothese mit dem, was von der sogenannten Tierintelligenz nicht schon als angeborener Instinkt entlarvt werden konnte, weiterhin aufräumt: ein Rest bleibt übrig. Was einige höchste Wirbeltiere in zweckmäßigem Gebrauche ihrer Erfahrungen zu leisten vermögen, wird durch das bloße Spiel von Assoziationen nicht aufgeklärt. Und wenn natürlich auch niemals exakt bewiesen werden kann, daß irgend ein Tier in menschlich-psychologischer Weise Begriffe gebildet und Schlüsse gezogen, Ursache und Wirkung in ihrem Zusammenhang verstanden habe, so wird doch dem unerklärten Reste individuellzweckmäßiger tierischer Handlungen der Name der Intelligenz, als Anerkenntnis ihrer Komplikationshöhe, vorläufig verbleiben dürfen.

Nach alledem hat die neuere Tierpsychologie nicht, wie die frühere, mit zweierlei Haupterscheinungen, sondern mit dreien zu tun: den Instinkten und den zwei Stufen des Lernens aus Erfahrung, hypothetisch bezeichnet als Assoziationsfähigkeit und Intelligenz. Diese Rubriken noch schärfer zu begrenzen, ihre Verteilung auf das Tierreich zu präzisieren und sie mit immer reicherem Inhalt anzufüllen wird ihre Aufgabe sein.

*

Allein die Ziele der Tierpsychologie sind weiter und höher gesteckt. In einer Frage der allgemeinsten Naturwissenschaft: ob neben der mechanistischen Kausalität, wie sie in den Erscheinungen der anorganischen Welt zweifelsohne vorhanden ist, noch eine besondere Art spezifisch lebendiger, zwecktätiger Ursachen anzunehmen sei, verdient sie nicht nur gehört zu werden, sondern ich glaube, daß die Entscheidung dieser prinzipiellen Frage, die jetzt die Geister wieder so überaus lebhaft bewegt, gerade auf tierpsychologischem Gebiete fallen wird.

Nichts erscheint dem naiven Urteil selbstverständlicher, als daß in den inneren Vorgängen, aus denen eine tierische Handlung entspringt, eine besondere zwecktätige, der anorganischen Natur grundfremde Triebfeder enthalten sei. Doch macht auch die wissenschaftliche Tierpsychologie von der An-

nahme teleologischer Geschehensgründe sehr ausgedehnten Gebrauch. Die einen reden von der „Seele“ des Tieres, die niedere oder höhere Fähigkeiten besitzen und Handlungen veranlassen soll; oder von „psychischen Qualitäten“; oder sie sagen, daß zu dieser und jener Leistung Bewußtsein nötig sei. „Lust und Unlust“, „Wille“, „Trieb“ und „Streben“ werden häufig als wirkende Agentien eingeführt. Andere Forscher (v. HARTMANN[10], DRIESCH[11]) sehen von dem Bewußtsein als nicht vorhanden oder unbeweisbar ausdrücklich ab, lassen aber unbewußte teleologische Faktoren um so reichlicher wirken; DRIESCH nennt den seinen wegen der Ähnlichkeit der von ihm hervorgebrachten Effekte mit seelischen das „Psychoid“. Und selbst manche von denen, die immer betonen, daß jedem psychischen Vorgang ein physiologischer, für die folgende Bewegung verantwortlicher Nervenprozeß entspricht, setzen doch an den Beginn der physischen Kausalreihe ein zwecktätiges Anfangsglied — „Willensmotiv“, „Trieb“, — obgleich sie vielleicht, wie WUNDT[12], sonst Gegner des Vitalismus sind. — Also bewußt oder unbewußt, psychisch oder psychoidal, vitalistisch gemeint oder nicht, in allen diesen Fällen wird doch ein Agens, das seinem ganzen Wesen nach von aller physikochemischen Kausalität verschieden ist, in das Ursachengetriebe tierischer Handlungen eingeführt. Es sei mir für heute erlaubt, die Summe dieser teleologischen Geschehens-

gründe ohne Rücksicht auf ihre Vielgestaltigkeit unter dem Namen des „psychischen Faktors" zusammenzufassen.

Nun stellt die Annahme eines „psychischen Faktors" natürlich eine Belastung des Weltbildes dar. Es wäre einfacher, wenn auf die zweifellos vorhandenen Geschehensgründe der anorganischen Natur auch der gesamte Inhalt der Tierpsychologie, vom blinden Instinkt bis zur Intelligenz hinauf, zurückgeführt werden könnte. Dann zwingt uns das Prinzip der Sparsamkeit, die Existenz eines besonderen psychischen Faktors bis zum Beweis des Gegenteils zu bestreiten. Es ändert nichts an dieser methodologischen Nötigung, daß der Versuch, das tierische Verhalten rein physikochemisch aufzuklären, von vornherein schwierig und bei den höheren Funktionen, vor allem den intelligenten, fast aussichtslos erscheint; er muß doch mit allem Ernste, soweit es eben geht, gefördert werden. Und wenn wir bedenken, daß in der ganzen Erörterung die apriorische Wahrscheinlichkeit allemal auf seiten des sparsamen mechanistischen Erklärungsversuches steht, daß also den Gegnern die Beweislast zufällt, und wir schon gewonnen haben, wenn eine Deutung in unserem Sinne nicht prinzipiell ausgeschlossen ist, so dürfen wir immerhin guten Mutes sein.

Zweierlei Gründe bestimmen uns hierbei zur

Einhaltung der phylogenetisch aufsteigenden Reihenfolge. Erstens gelangen wir so, was sich natürlich empfiehlt, vom Einfachen zum Komplizierten. Zweitens aber muß auf die Möglichkeit Bedacht genommen werden, daß irgendwo in der Stammesgeschichte einer tierischen Verrichtungsart, und nur in ihr, der psychische Faktor zutage träte. Zum Beispiel könnte ein Instinkt, so wie er heute verläuft, durch physikochemische Vorgänge komplett erklärbar sein, während doch für seine phyletische Entstehung das Eingreifen psychischer Hilfsmittel: des Willens, der assoziativen oder gar der intelligenten Tätigkeit erfordert würde. Wenn also der ökonomische Versuch, die Tierpsychologie von einem „psychischen Faktor" ganz zu befreien, gelingen soll, so müßten wir beweisen, daß das Erscheinungsgebiet der tierischen Handlungen aus anorganischen Prozessen hervorgehen und, ohne je den Boden der physikochemischen Kausalität verlassen zu haben, sich bis zu seinen höchsten Formen herauf entwickeln konnte. Und dies ist das Programm der allerneusten, besonders in Amerika zu rascher Blüte gelangten Tierpsychologie.[18]

II.

Instinktives Verhalten.

Natürlich richtet sich das Interesse zunächst und vor allem auf den Beginn der tierischen Stammes-

geschichte: wie steht es mit den Amoeben? Und siehe da, gerade an dieser wichtigen Stelle ist der Erfolg ein glänzender. Wohl hat sich das Verhalten der Amoeben durch neuere Studien, besonders von JENNINGS[14], als unvermutet kompliziert herausgestellt, aber in alledem ist nichts, was von den Vorgängen der anorganischen Natur durch eine prinzipielle, die Einführung des psychischen Faktors erfordernde Kluft geschieden wäre. Im Gegenteil, wir sehen hier fast durchweg klar bis auf den physikochemischen Untergrund der Ereignisse.

Die Amoebe bewegt sich, wie man sagt „spontan". Ohne daß ein äußerer Anlaß erkennbar wäre, treten in ihrem Plasma Strömungen auf, die eine Gestaltveränderung, zuletzt eine Fortbewegung des ganzen Tierchens zur Folge haben. Aber weder diese Bewegungsart an sich noch ihre Spontaneïtät fallen aus dem Rahmen des mechanistisch Begreifbaren. Das Protoplasma ist nach BÜTSCHLI's weittragender Entdeckung ein flüssiger Schaum. Nun hat man Schäume von gleicher Feinheit künstlich hergestellt (BÜTSCHLI, RHUMBLER), an denen der Vorgang spontaner amoeboider Bewegung sich täuschend wiederholte: geringe lokale Änderungen der chemischen Beschaffenheit an inneren Oberflächen des schaumigen Gemisches bewirken daselbst ein Steigen oder Sinken der physikalischen Flächenspannung, die ihrerseits zu Verschiebungen,

Strömungen, endlich zur Ortsbewegung führt. Gleiches gilt für das Protoplasma. Und wenn das Auftreten lokalisierter chemischer Zustandsänderungen im künstlichen Schaum durch wechselseitige und selbstverständlich nicht homogene Beeinflussung der gemischten Flüssigkeiten leicht zu erklären ist, so kann der entsprechende Vorgang im lebenden, d. h. dem chemischen Stoffwechsel unterworfenen Plasmaschaum beinahe als unvermeidlich bezeichnet werden. Also braucht die Amoebe zu ihrer spontanen Selbstbewegung weder „Trieb“ noch „Willen“. Derartiges ihr zuzuschreiben, ist nach dem Sparsamkeitsprinzipe unerlaubt.

Aber in einem unterscheidet sich die spontane Bewegung der Amoebe gewaltig von der des künstlichen Schaumes. Während der tote Tropfen ohne Sinn und Ordnung hin- und hergetrieben wird, kommt der Ortsveränderung des niedrigsten Tieres bereits dasjenige Merkmal zu, das eine Bewegung zur „Verrichtung“ stempelt: die Zweckmäßigkeit. Die kriechende Amoebe wandert mit einiger Konsequenz in gerader Bahn dahin, jedoch nicht dauernd, sondern sie lenkt von Zeit zu Zeit ein wenig zur Seite, so daß im ganzen eine vielfach und regellos gewundene Kurve beschrieben wird. Und man begreift sogleich den Nutzen dieser Bewegungsweise. Indem das Tierchen sich hierhin und dorthin wendet und rastlos umherstreift, gelangt es durch Zufall

auch in die Nähe der ruhenden, vielleicht spärlichen Gebilde, die ihm zur Nahrung dienen. Es produziert auf Kosten seiner Arbeitsmittel ein scheinbar zweckloses Übermaß von Ortsveränderung, aber es sichert sich dadurch eine nutzbringende Eventualität, deren Wert den geschehenen Aufwand übertrifft. — Nun wird das gleiche Prinzip: durch Überproduktion von Möglichkeiten ein einzelnes Ereignis, das aus irgendwelchem Grunde nicht unmittelbar herbeigeführt werden kann, in Bausch und Bogen zu erzielen (SPENCER[15], BAIN[16], BALDWIN[17]), vom Menschen sehr häufig mit Überlegung angewandt. Der sein Revier durchstreifende Jäger verfährt danach. Wer spät nach Hause kommt, im Dunkeln das Schlüsselloch nicht findet und nun den Schlüssel in komplizierten Kurven umherbewegt, desgleichen. Auch manche unserer Geräte und Maschinen sind daraufhin kalkuliert: um einen Vogel im Flug zu treffen, schickt man ihm nicht die einzelne Kugel, sondern mit dem Schrotgewehr einen ganzen Streukegel von Geschossen nach, in der Voraussicht, daß zwar die Mehrzahl ins Blaue gehen, eines aber wohl den Vogel erreichen werde. Wenn aber die kriechende Amoebe das zweckmäßige Prinzip — das ich im folgenden mit einem kurzen Wort als das der „Schrotflinte" bezeichnen möchte — gleichfalls zur Anwendung bringt, so bedarf sie hierzu keiner Überlegung; sie „sucht" (in psychologischem Sinne) ihre

Nahrung nicht, folgt nicht einmal einem blinden „Triebe". Denn es genügt, wenn unser Tierchen nach seiner stofflichen und strukturellen Beschaffenheit so eingerichtet ist, daß jene chemischen Veränderungen, die eine Strömung im Plasmaschaume nach sich ziehen, nicht überall und regellos eintreten und wieder verschwinden, sondern in ihrer Ausdehnung beschränkt sind und kontinuierlich in ungefähr gleicher Lage zum Körper weiterlaufen; dies aber bereitet der physikochemischen Erklärung keine nennenswerte, geschweige denn eine prinzipielle Schwierigkeit.

Wenn nun der Weg der „jagenden" Amoebe so nahe an einem zur Nahrung geeigneten Gegenstande vorüberführt, daß die im Wasser gelösten Ausscheidungen desselben auf sie wirken, so zeigt sie sich von einer neuen Seite. Sie unterbricht ihre Fahrt, schickt Pseudopodien in der Richtung auf die Nahrung vor, fließt hin und „fängt" sie, um sie danach durch eine Art Schlingbewegung in sich aufzunehmen. Das Umgekehrte geschieht, sobald die kriechende Amoebe von einer mechanischen Berührung getroffen wird, z. B. gegen ein Hindernis rennt. In diesem Falle beginnt das Plasma von der berührten Stelle hinwegzufließen: das Tierchen nimmt eine neue Marschrichtung auf, „flieht" oder vermeidet das Hindernis; ein Rückzugsverfahren, das sie auch anderen schädlichen Dingen gegen-

über, zu warmem oder zu kaltem Wasser, giftigen Beimischungen etc. zur Anwendung bringt. So sorgt das kleine Geschöpf durch zweckdienliches Hin- und Fortkriechen mit guter Taktik für sein Wohlergehen. Nun denkt natürlich niemand daran, daß die Amoebe in diesen Dingen ein noch so primitives Urteil gebildet und danach ihre Entscheidung getroffen hätte, sondern im höchsten Falle kennzeichnet sich ihr Verhalten als angeborener Instinkt, der durch gewisse „Reize" auf zweckmäßige Art in ungleiche Bahnen geleitet wird. Aber was ist ein Reiz? „Schmeckt" die Amoebe den diffundierenden Nahrungssaft, „spürt" sie die Berührung? Wie unterscheidet sie die heilsamen und schädlichen Reize? Hier liegt, so könnte man glauben, für psychisch-teleologisches Geschehen noch immer ein weites Feld. Und dennoch gelingt es leicht, auch hier den „psychischen Faktor" auf Grund des Sparsamkeitsprinzipes auszuschließen. Nehmen wir an, das Plasma der Amoebe wäre chemisch so eingerichtet, daß durch Kontakt seiner Oberfläche mit dem Saft der adaequaten Nahrung ein stofflicher Umsatz entstünde, daß dieser darauf eine Serie weiterer, mehr in die Tiefe greifender Veränderungen zur Folge hätte, und endlich der ins Innere „geleitete" Prozeß in der Erzeugung von Stoffen gipfelte, die dort ein Vorwärtsströmen des Plasmas bewirken müssen, — so flösse ein solcher Organismus auf seine

Nahrung zu. Und andererseits greifen mechanische Berührung, starkes Gift, erhebliche Wärme oder Kälte vielleicht derart in den Chemismus des Protoplasma ein, daß anders geartete Umsetzungen mit Endprodukten von der entgegengesetzten physikalischen Wirkungsart zustande kommen: die daraus resultierende Rückwärtsströmung trüge das Geschöpf aus dem Bereich der betreffenden Gefahren.

Allein mit der Fähigkeit, auf eine Anzahl differenter Reize durch Hin- und Wegkriechen zweckmäßig zu reagieren, ist das Programm der Amoebe noch nicht erschöpft. Wir wissen durch JENNINGS, daß solch ein niederes Wesen sogar in „Stimmungen“ oder Zustände geraten kann, worin nicht nur die Art der Spontanbewegung eine neue, sondern auch die Beantwortung der Reize von Grund aus verändert ist. Eine Amoebe, die von der Unterlage, an der sie kroch, auf irgendeine Weise losgerissen wurde und frei im Wasser schwebt, scheint nicht mehr das gleiche Geschöpf zu sein. An Stelle der früheren kompakten Tropfenform, der einseitig lokalisierten Plasmaströmungen dringen jetzt lange, schlanke Pseudopodien nach allen Richtungen vor, bis das Wesen aus lauter Strahlen besteht, wie ein zarter Stern. Da nun das schwimmende Tier mit den verlängerten Füßchen einen verhältnismäßig weiten Raum beherrscht, so wird das eine oder andere von ihnen mit irgendeinem festen Gegenstand

zusammentreffen. Und kaum ist dies erfolgt, so zeigt sich abermals, wie sehr die „Stimmung“ der schwebenden Amoebe sich geändert hatte. Sonst reagiert sie doch auf eine mechanische Berührhruug negativ. Jetzt aber schmiegt sich das getroffene Pseudopodium dem Gegenstand innig an, beginnt sogleich darauf entlang zu fließen; – und wie mit einem Schlage ist die normale Stimmung hergestellt: der ganze Rest der strahlenförmigen Pseudopodien schrumpft ringsum ein, die Tropfenform kommt wieder, und gegen neue mechanische Berührung verhält sich das Tierchen ablehnend, wie je. Nun leuchtet die Zweckmäßigkeit der Erscheinung ein. Amoeben gehören von Rechts wegen auf den Grund, dort finden sie kriechend ihre Nahrung. Da hilft denn offenbar – im Sinne des Prinzips der Schrotflinte – das Strahlenmanöver samt der vorübergehend geänderten Reizbarkeit, vom Boden losgerissene Individuen so bald als möglich auf eine feste Unterlage zurückzuführen. Aber spricht sich darin das Walten eines „psychischen Faktors“ aus? Noch lange nicht. Wenn vorhin angenommen wurde, das Protoplasma ändere durch äußere Wirkung, den sogenannten Reiz, an der getroffenen Stelle und dann infolge von „Reizleitung“ auch etwas tiefer seine chemisch-physikalische Beschaffenheit, so bedeutet die Hypothese, daß eine solche Änderung auch auf den ganzen Körper übergreifen könne,

demgegenüber nur einen quantitativen Unterschied. Es ist aber klar, daß eine in ihrem chemischen und strukturellen Gefüge total – wenn auch vorübergehend – geänderte Amoebe zugleich in ihrem ganzen, doch eben physikochemisch bedingten Verhalten eine andere wird. Die neue Plasmabeschaffenheit begünstigt vielleicht im Gegensatz zur früheren das allseitige Auftreten kleiner „spontaner" Zersetzungsherde, die wieder zahlreiche lange und dauerhafte Pseudopodien zur Folge haben. Tritt irgendwo mechanische Berührung ein, so ruft sie in der geänderten Substanz nicht denjenigen Prozeß hervor, der früher das negative Wegströmen des Plasmaschaumes bewirkte, sondern gerade den anderen, der vorher durch Nahrungssäfte zur Auslösung kam, oder einen analogen: das Plasma strömt jetzt positiv herbei und haftet an der Unterlage. Gleichzeitig aber wirft der positiv verlaufene Prozeß, indem er sich geschwinde durch den Leib verteilt, das Plasma des ganzen Tieres in die ursprüngliche chemisch-strukturelle Verfassung zurück, wodurch die Form und Reaktionsart der kriechenden Amoebe aufs neue in die Erscheinung treten. Das klingt vielleicht kompliziert. Es bleibt aber auf dem Boden der Physikochemie und ist darum unvergleichlich sparsamer, als die Einführung eines psychischen Faktors, einer teleologischen Wirkungsweise.

Am allermeisten wird der Eindruck des psychisch-

bedingten wohl dadurch erweckt, daß die Amoeben sogar „Launen“ zu haben, mit einem gewissen Grade von „Freiheit“ über ihr Verhalten zu bestimmen scheinen. Schon die spezielle Art, wie das „suchend“ umherschweifende Tier seine Route wählt, nicht minder die sonstigen Details der Bewegung: Zahl und Form der Pseudopodien, Schnelligkeit der Reaktionen usw., sind anders bei jedem Individuum. Aber selbst an diejenigen Bestimmungen, die wir als typische Grundzüge ihres Benehmens hingestellt haben, halten sich die Amoeben keineswegs mit absoluter Genauigkeit. Da fällt vielleicht einem losgerissenen und frei im Wasser schwebenden Exemplare ein, die übliche Sterngestalt nicht anzunehmen. Eine kriechende reagiert auf leichte mechanische Berührung ausnahmsweise positiv. Auch trifft man neben den wandernden Tieren solche, die ruhen, ohne daß eine Ursache hierfür ersichtlich wäre. – Aber gerade diese Dinge bereiten, sobald man nur die Beurteilung ad hominem beiseite setzt, der physikochemischen Erklärung die wenigste Schwierigkeit. Wären alle Individuen einer Spezies nach Größe und inneren Bauverhältnissen vollkommen gleich, so wäre dennoch gewiß, daß jedes ein etwas abweichendes Verhalten zur Schau tragen müßte. Denn offenbar hängt der Ablauf der Bewegungsprozesse mindestens zum Teil von äußeren Bedingungen ab: der Temperatur und chemischen

Beschaffenheit des Mediums, der Form der Unterlage usw. Und diese können gar nicht von Fall zu Fall identisch sein. Aber die Individuen gleicher Spezies sind nicht gleich. Jedes einzelne ist auf besondere und nie sich wiederholende Art historisch zu dem geworden, als was es nun vorliegt und wirkt. Die eine Amoebe hat lange Zeit keine Nahrung gefunden, hat ihre Reservestoffe verbraucht, die andere ist voll davon oder mitten in der Verdauung. Die wechselnde Qualität der aufgenommenen Nahrung muß kleine Differenzen der chemischen Beschaffenheit zur Folge haben. Das Alter des Tieres spielt sicherlich eine Rolle. Genau genommen muß von jedem früheren Erlebnisse des Individuums, jedem empfangenen und beantworteten Reize irgendeine, wenn auch noch so minimale Spur im Zustande des Protoplasma zurückgeblieben sein. Kurzum, die einzelne von uns betrachtete Amoebe stellt inneren wie äußeren Veränderungen gegenüber eine Reaktionsbasis dar, wie sie weder bei anderen Amoeben identisch wiederkehren, noch auch bei dem betreffenden Exemplar sich dauernd erhalten kann. Dann aber ist nichts selbstverständlicher, als daß die Individuen einer Art in den bedeutungslosen Details ihres Verhaltens verschieden sind, und auch das einzelne sich heute so benimmt, morgen so. Und da man sich die physikochemischen Prozesse, auf denen die Grundzüge des zweckmäßigen

Verhaltens beruhen, fraglos als sehr empfindlich vorzustellen hat, so begreift man auch, daß individuelle oder momentane Verschiedenheiten im Zustande der Amoeben gelegentlich die typischen Reaktionen selber modifizieren werden. Bei alledem braucht von „Freiheit“ und „Willkür“ ebensowenig die Rede zu sein, als etwa bei einer Geige, die auch ihren individuellen Charakter und ebenfalls ihre wechselnden Launen hat.

Hier ist die „Psychologie“ der Amoeben bereits am Ende. Wir haben in allen Arten ihres typisch-zweckmäßigen, instinktiven Verhaltens, wie auch in dessen individuellen, an sich zwecklosen Variationen nichts entdeckt, was zur Inanspruchnahme eines psychischen Faktors gezwungen hätte: physikochemische Kräfte reichten zur Deutung des Herganges überall aus. Ebensowenig aber besteht ein besonderer Grund zu glauben, daß bei der stammesgeschichtlichen Erzeugung der heute wirksamen Mechanismen ein teleologisches Prinzip geholfen habe. Kehrt doch ein guter Teil der Erscheinungen an anorganischen Schaumtropfen wieder und konnte darum den ersten Tropfen „lebendigen“ Plasmaschaumes ohne weiteres eigentümlich sein. Der Rest aber setzt eine so mäßige Erhöhung der chemisch-strukturellen Komplikation über den zum Leben ohnehin nötigen Grad voraus, daß die Annahme, er sei als Folge rein körperlicher Umwandlungen ge-

zeitigt worden, nichts bedenkliches hat. Trifft also die allgemeine, aus Sparsamkeitsgründen wahrscheinliche, hier aber nicht näher zu prüfende Hypothese zu, daß die Amoeben nach ihrer morphologischen Beschaffenheit und ihren inneren Lebensfunktionen ohne teleologische Beihilfe aus Anorganischem entstehen konnten, so liegt in der Frage, woher die Grundlagen ihres nach außen gerichteten Verhaltens gekommen sind, keinerlei spezielle Schwierigkeit.

*

Nun ist die Tragweite des hier, am Anfang der Tierreihe, gewonnenen Ergebnisses außerordentlich. In Anbetracht der gewaltigen Kluft, die zwischen Amoeben und höchsten Metazoen in morphologischer Beziehung liegt, könnte man glauben, daß mit der physikochemischen Auflösung der Amoebenpsychologie nur ein winziger erster Schritt in das weite Reich tierpsychologischer Probleme geschehen sei. Im Gegenteil: schauen wir von der erreichten Höhe jetzt unbefangenen Auges umher, so finden wir uns mitten darin.

Es ist von vornherein klar, daß das Verhalten der vielzelligen Tiere durchweg komplizierter, in höherem Grade zweckmäßig erscheinen wird, als das der Amoeben. An Stelle der trägen plasmatischen Ströme und täppischen Pseudopodien haben

sie eigene Bewegungsorgane von hoher Vollendung angeschafft: Muskeln und Skelett, Gliedmaßen und mechanisches Werkzeug. Die äußeren „Reize" wirken nicht mehr wahllos auf die Oberfläche des Tieres ein, sondern werden in zweckmäßiger Lokalisation, nach Qualitäten gesichtet, von extra empfindlichen Sinneszellen aufgenommen. An Stelle der früheren konzentrischen Verbreitung leiten Nervenstränge den empfangenen Reiz blitzschnell an einzelne, planmäßig dazu ausersehene, oft weit entfernte Teile. Und während die Amoebe in jene wechselnden, zu typisch ungleicher Spontanbewegung und Reizreaktion disponierenden „Zustände" oder „Stimmungen" allemal mit ihrer ganzen Persönlichkeit verfiel, wodurch der Anwendung und Ausgestaltung dieser wichtigen Geschehensart natürlich enge Grenzen gezogen waren, – steht bei den höheren Tieren die immer wachsende Fülle der Ganglienzellen für solche Zwecke bereit; hier können im selben Individuum vielerlei Stimmungen nebeneinander durch hingeleitete Reize erregt und ohne gegenseitige Störung bewahrt werden; der einzelne Zustand vermag nicht nur mit neu eintreffenden Reizvorgängen, sondern auch mit Zuständen anderer Ganglienzellen in zweckmäßigen Rapport zu treten. Aber alle diese Verbesserungen in anatomisch-physiologischer Hinsicht führen nur dem Grade nach, nicht prinzipiell über die Amoebe hinaus. Es steht der Annahme

nichts im Wege, daß sie durch langsame Umgestaltung aus der Beschaffenheit und den Funktionen des Amoebenkörpers hervorgegangen sind. Und wenn wir jetzt den selbstverständlichen Gewinn an Vielseitigkeit und detaillierter Feinheit des Verhaltens, der bei den Metazoen aus der Vervollkommnung ihrer Hilfsmittel erwachsen mußte, in Abzug bringen, so werden wir mit einigem Staunen gewahr, daß im Verhalten höherer und selbst der höchsten Tiere das Repertoire der Amoebe noch immer die herrschende Rolle spielt, ja daß bei nicht wenigen Metazoen überhaupt nichts Neues hinzugetreten ist.

Vielzellige Tiere bewegen sich „spontan"; sie schweifen umher, als „suchten" sie nach dem Prinzip der Schrotflinte ihre Nahrung, ihr Weibchen, einen passenden Platz zum Nestbau oder Ähnliches. Aber offenbar fällt dieser Zweig ihres Verhaltens mit der Spontanbewegung der Amoebe, mit der er auch stammesgeschichtlich in lückenloser Verbindung steht, in eine und dieselbe Kategorie. Wir haben kein Recht zu glauben, daß die spontane Zusammenziehung der schwebenden Meduse ein Willensakt sei, oder daß die nach Tracht ausfliegende Biene, das streifende Raubtier von einem psychischen Faktor: Hungergefühl, Vorstellung der Beute usw., getrieben werde. Denn physikochemische Gründe reichen für alle diese Bewegungen aus. Der Stoffwechsel führt mit Notwendigkeit zu inneren, che-

misch-strukturellen Änderungen, die auf nervösem Wege in Muskelkontraktionen übergehen, als innere Reize zur Auslösung zweckmäßiger Bewegung dienen können.

Nicht minder deutlich liegt die prinzipielle Wesensgleichheit mit dem Verhalten der Amoeben da zutage, wo Metazoen durch einfache äußere Reize zur Aufnahme einer neuen Bewegungsrichtung instinktiv veranlaßt werden. Wenn irgendein höheres Tier, und sei es ein Säuger, auf den Geruch der Nahrung oder des Weibchens durch Näherkommen reagiert, auf den Geruch seiner Feinde aber, mechanische Berührung, Änderung der Wärme, der Belichtungsart seiner Retinazellen durch Fliehen, so stellt dies fraglos nur die Weiterführung und feinere Ausgestaltung der analogen Fähigkeit bei den Amoeben dar. Zwar fällt es uns ernstlich schwer, die Ansicht aufzugeben, daß die Flucht des überraschten Rehes durch psychisches Erschrecken verursacht sei. Aber das Prinzip der Sparsamkeit läßt uns keine Wahl. Es ist durchaus nicht einzusehen, warum an irgendeinem Punkte der Stammesgeschichte die allezeit unentbehrliche Fluchtreaktion, obgleich sie nach wie vor mit physikochemischen Mitteln zu erreichen war, plötzlich durch Einführung des psychischen Faktors kompliziert worden sein sollte.

Aber die Reize, wodurch die Metazoen in ihrer

instinktiven Bewegung geleitet werden, sind keineswegs immer so einfach wie die der Amoebe. Zuweilen wird auf einen ganzen Komplex verschiedener, bestimmt geordneter Eigenschaften, ein „Bild" oder einen „Gegenstand" reagiert! So unterscheidet die Ameise, indem sie mit ihren Fühlern die Spur einer Genossin betrillert, auf Grund der Stellung von Fuß- und Krallengerüchen (WASMANN[18], FOREL[19]) die Richtung, in der jene gegangen war: sie folgt dieser Richtung; und setzt man sie verkehrt auf die Fährte nieder, so dreht sie sich um. Die Biene nimmt unter gewissen Verhältnissen das optische Bild einer Lokalität mit wunderbarer Schärfe in sich auf (WEISMANN[20], v. BUTTEL-REEPEN[21] u. a.[22]), bewahrt es und läßt sich später von ihm leiten. Das sind erstaunliche Dinge. Naive Beurteiler werden der festen Überzeugung sein, daß das betreffende Insekt den Eigenschaftskomplex „erkannt", zum mindesten sich mit Hilfe einer psychischen „Vorstellung" orientiert habe. Aber so freigebig sind wir nicht. Die Kenntnis der schon bei Amoeben vorhandenen, im Metazoenkörper auf unvergleichlich breitere Basis gestellten Fähigkeit der Stimmungsänderung ermöglicht uns, die fragliche Erscheinung auf sparsamere Art zu begreifen. Nehmen wir an, die Einwirkung von „Fußgeruch" erzeuge irgendwo im Nervensystem der Ameise eine besondere Stimmung; und wenn in die auf solche Art gestimmten

Ganglienzellen unmittelbar danach der andersartige Reizvorgang, der durch den „Krallengeruch" entsteht, hineingeleitet wird, so resultiere aus dem Zusammentreffen beider Geschehnisse derjenige Nervenprozeß, der nach gewissen Umschaltungen das Vorwärtsgehen bewirkt: dann müßte das Tierchen immerfort von Fuß zu Kralle, d. h. in derselben Richtung weiterlaufen, wie ihre Vorgängerin. Empfängt sie jedoch die beiderlei Gerüche in umgekehrter Reihenfolge, so könnte diese neue Kombination von Stimmung und Reiz bewirken, daß die Ameise stehen bleibt und sich im Kreise dreht, bis nach dem Schrotflintenprinzip die richtige Fährte gefunden ist. Ähnlich im Falle der Biene. Das Landschaftsbild, das sich im Bienenauge spiegelt, erteilt den Zellen der getroffenen Retinulae eine Summe verschiedener, bestimmt geordneter Reize von Licht und Farbe. Diese Einzelreize könnten auf lauter getrennten Bahnen als Bündel zentralwärts fließen, in der entsprechenden Gruppe von Ganglienzellen eine wiederum – wenn auch anders – geordnete Vielheit von Einzelstimmungen zur Folge haben, die eine Weile dauern. Und damit wäre das „Bild" der Landschaft in das „Gedächtnis" des Tieres eingeprägt. Über die Grenzen des Ganglions aber liefe das Bündel gleichzeitiger Reizvorgänge – so nehmen wir an – zunächst nicht hinaus. Erst wenn ein Element der Retina nochmals in gleicher Weise ge-

reizt, die zugehörige und noch gestimmte Ganglienzelle also zum zweiten Male von der Erregung getroffen wird, sei sie befähigt, die Welle der Zustandsänderung auf peripheren Bahnen bis an die Muskeln weiterzusenden. Aber auch dann noch soll die Weitergabe des wiederholten Reizes von einer Klausel abhängig sein, die unsere ganze Gruppe gleichzeitig gestimmter Ganglienzellen zu einer Art Interessengemeinschaft zusammenschließt. Wenn nämlich der erste, originale Gesamtreiz im Ganglion eingetroffen ist, möge von Zelle zu Zelle, soweit die Gruppe reicht, sich ein besonderer gemeinsamer Zustand, eine Grundstimmung verbreiten, die den beteiligten Zellen die Weitergabe empfangener Wiederholungsreize, wie ein großer Hemmschuh, unmöglich macht: es sei denn, daß die Gesamtheit von der erneuten Reizung getroffen würde. Dies aber träte ein, sobald das Landschaftsbild, das früher wirkte, dem Auge der Biene zum zweiten Male — und zwar in ganz genau der gleichen Orientierung — gegenübersteht: dann flösse der Strom der Erregung ungehemmt vom Auge aus durch das Ganglion und könnte durch zweckmäßiges Arrangement der Nerven und Muskeln zur Auslösung einer bestimmten Bewegungsart, z. B. des geradlinigen Vorwärtsfliegens, verwendet werden. — Wie aber kommt die völlige Koinzidenz des ersten und des zweiten Bildes, die unser Reiz- und Stimmungs-

mechanismus für seine Funktion benötigt, zustande? Durch bloßen Zufall? – Auch dafür wissen wir Rat. Die Biene kann innerlich so eingerichtet sein, daß sie durch spontane Überproduktion von Bewegung: Schwenkungen im Flug oder Drehungen des Köpfchens, die ganze Landschaft nach dem Prinzip der Schrotflinte durchprobiert, bis sie die rechte Stellung findet. Und ist sie einmal auf der gewünschten Bahn, so wird sie vielleicht durch winzige, gleichsam tastende Kopfbewegungen darin erhalten.

Die komplizierte Stimmbarkeit der Metazoen stellt überhaupt die Quelle dar, woraus die ungeheure Bereicherung und Verfeinerung ihres instinktiven Verhaltens zum größten Teil geflossen ist. Sie macht es erklärlich, wenn instinktive Verrichtungen so häufig nicht in einmaliger oder gleichförmig fortlaufender Bewegung bestehen, sondern in einer zusammenhängenden langen Kette verschiedenartiger Betätigungen, wie etwa die Bauinstinkte. Hier geht aus Reiz und Reaktion ein Zustand im Nervensystem hervor, der eine abermalige, durch diese eine dritte und vierte Bewegung nach sich zieht (Loeb[23]). Oder es treten Stimmungen ein, in denen das Geschöpf zur Aufnahme äußerer Reize fähig wird, die zwar bis dahin bereits vorhanden, nur eben aus mangelnder Reizbarkeit ohne Wirkung waren. Wenn ein vom Raub „gesättigtes", mit Beute beladenes oder erschöpftes Tier auf chemische und optische Reize

des Heimwegs, die es im Hungerzustand nicht beachtete, plötzlich zu reagieren beginnt, so beruht dies auf planmäßig erfolgendem Stimmungswechsel. Nicht minder die wundervolle Fähigkeit des Bienenvolkes, durch eine Skala selbsterzeugter Töne die Reaktionsart der Gemeinschaft je nach den Umständen zweckmäßig zu dirigieren (v. BUTTEL-REEPEN). Erklingt z. B. der Ton der Weiselunruhe, so nehmen alle Bienen, die er trifft, in Brutgeschäften ein anderweites Verhalten an: durch den empfangenen Schwingungsreiz des Tones ist irgendwo in ihrem Nervensystem ein neues, eigens für diesen Fall berechnetes Register gezogen worden. – Genug, es scheint mir gewiß, daß keine noch so komplizierte Variante des reinen, vollständig angeborenen Instinktes bekannt geworden ist, die sich bei einigem Nachdenken nicht als ein raffiniertes Zusammenspiel von Reizen und Stimmungen erklären ließe. Stimmbarkeit und Reizbarkeit aber sind Eigenschaften, die schon die Amoebe besitzt; dort konnten sie im Prinzip auf physikochemische Weise gedeutet werden. Dann gilt Gleiches für die Metazoen. Und da der Annahme, daß stammesgeschichtlich niedere Formen des Instinktes durch langsame Umwandlung in höhere und höchste verwandelt worden seien, ebenfalls nichts im Wege steht, so gilt uns jetzt der psychische Faktor aus diesem ganzen Erscheinungsgebiete, über dessen gewaltigen Umfang die neuere

Tierpsychologie ins klare gekommen ist, als ausgeschlossen.

Am wenigsten Mühe macht derjenige Zug im „psychologischen“ Bilde der Metazoen, dem Unkundige vielleicht die größte Beweiskraft für das Vorhandensein psychisch-teleologischer Geschehnisse zuschreiben möchten: ihre launische Unzuverlässigkeit und Unberechenbarkeit, die „Willkür“ in ihrer Spontanbewegung und allen Details ihrer typischen Reaktionen. Wir haben alle diese Dinge bei der Amoebe vorgefunden und aus der Empfindlichkeit ihres physikochemischen Mechanismus, den Schwankungen der Ernährungsweise, der ganzen von Individuum zu Individuum wechselnden Vorgeschichte mit Leichtigkeit erklärt. Daß aber bei Metazoen, der größeren Komplikation in anatomisch-physiologischer Hinsicht entsprechend, auch jene individuellen Abweichungen und Eigenmächtigkeiten höhere Beträge erreichen müssen, ist selbstverständlich.

III.

Assoziation und Abstraktion.

So hat denn das Gebiet der tierischen Verrichtungen von dem Gehalte an psychischer Kausalität, den ihm die Laien in so verschwenderischer Fülle, die Fachgelehrten in immerhin ansehnlichem Maße zuzuschreiben pflegen, in unseren Augen viel, wohl

gar das meiste auf immer eingebüßt. Aber die schwersten Fragen stehen uns noch bevor. Wird es der Forschung möglich sein, nun auch die wunderbare Fähigkeit individuell-zweckmäßiger Betätigung, des Lernens aus Erfahrung, auf physikochemische Faktoren zurückzuführen?

In unbeirrbarer Sparsamkeit versuchen wir's und legen die kritische Sonde zunächst an des Gesamtproblemes unterste Stufe: die überlegungslose, gesetzmäßige Assoziation. So ökonomisch und klärend die Einführung dieser relativ einfachen Geschehensart auf tierpsychologischem Boden gewirkt hat, von unserem Standpunkte aus erscheint sie doch — wenigstens in der Form, die ihr viele geben — noch immer unverantwortlich kompliziert. Denn sie besteht in einem Zusammenspiele echt psychischer Faktoren. „Lust" und „Unlust", die je nachdem bei heilsamen und schädlichen Erlebnissen empfunden werden, assoziieren sich mit „Vorstellungen" gleichzeitig wahrgenommener Dinge und wirken bei späterer Gelegenheit anreizend oder hemmend auf die betreffenden „Triebe" ein. Nun überschauen wir wohl auf Grund der früheren Studien sogleich, daß Triebe und Vorstellungen aus unserer Rechnung verschwinden werden. Wir setzen an Stelle der einen die physikochemisch begreifbaren Instinkte, an Stelle der anderen Sinnesreize, die positiv oder negativ, auslösend oder hemmend auf

jene wirken. Aber das zweifach bestimmende Anfangsglied der psychologischen Kette, die Alternative von Lust und Unlust, ist für uns neu. Wie kommt es, so fragen wir von unserem Standpunkte aus, daß ein und derselbe Sinnesreiz verschiedenen oder selbst entgegengesetzten Einfluß nehmen kann, je nachdem er gleichzeitig mit einem günstigen oder schlimmen Erlebnis empfangen wurde?

Wir wählen für unseren ersten Versuch den einfachsten Fall. Wenn eine Ameise Beute gefunden hat, so wird sie durch den eintretenden Belastungsreiz derart gestimmt, daß sie auf ihre eigene „Hinspur" gegensinnig reagieren, d. h. von Krallengeruch zu Fußgeruch fortschreitend nach Hause laufen muß. Eine ermüdete Ameise, die nichts gefunden hat, verhält sich ebenso. Während aber diese bei ihrem nächsten Ausgang eine andere Route nimmt, begibt sich die erfolgreiche Jägerin, aus ihrer Erfahrung lernend, zur Stelle ihres Erfolges zurück, reagiert also abermals positiv auf ihre eigene Fährte. Woher dieser Unterschied? Was kann bewirken, daß für die erfolgreich gewesene Ameise die eigene Spur einen positiven Reiz bedeutet, nicht aber für die ermüdet heimgekehrte? Wir wissen sogleich die Antwort: Stimmbarkeit! Wird das beladene und hierdurch gestimmte Tier im Nest seiner Bürde ledig, so schlägt auf diesen neuen Reiz die Stimmung seines Nervensystems derartig um, daß die Geruchs-

form der eigenen Fährte als richtender Reiz empfangen wird. Die minder glückliche Genossin aber läuft ungereizt über ihre Spur hinweg oder wird wohl gar auf Grund einer anderen Stimmung negativ von ihr fortgetrieben. In alledem ist für Lust und Unlust und sonstige psychische Faktoren durchaus kein Raum.

Nachdem die erste Probe so spielend leicht gelungen ist, versuchen wir die mechanistische Deutung eines anderen, ähnlichen, in einer besonderen Hinsicht jedoch weit komplizierteren Geschehnisses: wie kommt es, daß eine Biene, die Honig im Fenster gefunden hatte, nach Ablieferung ihrer Tracht dahin zurückkehrt? Offenbar geht diese Leistung in ihrem wesentlichsten Teile, der alternativen Bestimmung der künftigen Reaktion, über die der Ameise nicht hinaus. Auch hier kann die spezielle Aufeinanderfolge der mit der Aufnahme und Abgabe der Tracht verbundenen Reize eine Stimmung erzeugen, die das Insekt auf der zuletzt durchmessenen Strecke zurückzukehren zwingt. Allein die Frage, wie dies geschieht, wie es den Rückweg findet, ist diesmal ungleich schwieriger. Die eingeflogene Biene „kennt" den Heimweg aus jeder Gegend ihres stundenweiten Fluggebietes (v. BUTTEL-REEPEN). Das heißt, in ihre Ganglien sind Gruppen von Stimmungen eingeprägt, die Einzelbildern der Landschaft entsprechen und durch Vermittlung irgendwelcher Auslösungsvorgänge

so miteinander verbunden sind, daß sie von selbst in der Reihenfolge von draußen heimwärts wirksam werden. Vermöge dieser chronologisch auftauchenden Stimmungen reagiert die Biene auf die entsprechende Serie von Landschaftsbildern, gelangt zum Stock und wird am Flugloch gleichsam abgeliefert. Es wäre nun physiologisch vorstellbar, daß allemal beim Eintritt der „Rückkehr-zum-Futter-Stimmung“ diejenige Reihe von Eindrücken, die während des Heimflugs in Aktion getreten war, nochmals wirksam würde, nur in der umgekehrten Reihenfolge und mit von links nach rechts vertauschten Seiten. Dann flöge die so beschaffene, auf Rückkehr zum Futter gestimmte Biene in die Gegend zurück, aus der sie zuletzt gekommen war. Hier aber begänne erst das eigentliche Problem: wie findet sie das Fenster? Unmöglich kann die „Lokalkenntnis“ der Biene eine so detaillierte sein, daß etwa das Bild eines zum erstenmal besuchten Fensters und seiner nächsten Umgebung darin bereits enthalten und chronologisch an eine Reihe heimwärts führender Eindrücke angeschlossen wäre. Sondern die Biene ist sicherlich nur auf eine gewisse Zahl durch auffälligere Landschaftspunkte markierter Bahnen eingeübt, deren eine sie, wenn sie heimkehren soll, durch einen raschen Kreisflug „sucht“ und findet. Hat sie sich dann beim nächsten Ausflug an dieser selben Reihe von Punkten rück-

wärts entlanggespürt, so wäre sie dort, wo ihre Richtschnur zu Ende ist, noch immer weit vom Ziel. Und andererseits darf man gewiß nicht glauben, daß zur Verlängerung des Rückwegs über die Reihe der fest eingeprägten Punkte hinaus bis an das Fenster selbst nun ein „Erinnerungsbild" dieser letzten, nicht lange zuvor durchflogenen Strecke ohne weiteres zur Verfügung stände, weil eben alle die zahllosen Landschaftsbilder, die an dem Auge einer umherschweifenden Biene vorüberziehen, dem Stimmungsvorrate in chronologischem Zusammenhange einverleibt und wenigstens eine Weile darin erhalten würden. Für derart ungeheure und offenkundig zwecklose Anforderungen reichten Zahl und Leistungsfähigkeit der Ganglienzellen bestimmt nicht aus. Was einer Biene zum ersten Male ins Auge fällt, wird sicherlich nur dann in ihr „Gedächtnis" aufgenommen und eingeordnet, wenn die Erinnerung daran nützlich ist. Das heißt, die Aufnahme stellt kein selbstverständliches Hängenbleiben, sondern ein aktives Einprägen dar: die Biene „merkt" sich die biologisch wichtigen Landschaftsbilder. So hat sie auch das Bild des Fensters und seiner nächsten Umgebung eigens darum gemerkt, weil sie Honig darin gefunden hatte. Und wirklich zeigt ihr Verhalten beim Abflug vom Fenster schon äußerlich, daß was Besonderes in ihr vorgeht: sie führt das niedliche, von Imkern als „Vorspiel" bezeichnete

Manöver aus, das jeder jungen Biene beim ersten Ausflug eigentümlich ist, dreht sich in der Luft herum und zieht, das Köpfchen der Abflugsstelle zugewendet, Kurven und Schleifen, als wenn sie sich die Örtlichkeit von mehreren Seiten recht „aufmerksam" betrachten wollte. – Das klingt nun überaus unmechanisch, fast wie psychische „Apperzeption". Wer aber gelernt hat, die Dinge nicht von der Höhe des menschlichen Standpunktes herab, sondern von unten herauf anzusehen, der sagt sich bald, auf welchem Felde auch diesmal eine sparsamere Erklärung zu finden ist: spezifische, fein berechnete Stimmbarkeit reicht völlig aus. Wie eine Drüse durch zugeführten Nervenreiz zur Sekretion gezwungen, oder das Herz zum Stillstand gebracht wird, so können auch Sinnes- und Ganglienzellen des Auges durch Nervenerregung in Zustände der Funktion oder Nichtfunktion versetzt, blind oder „sehend" werden. Nimmt man nun an, das Auge der Biene werde durch einen besonderen, mit der Futteraufnahme verbundenen Reiz plötzlich zum Sehen gestimmt, so prägte das Tierchen das Bild der betreffenden Lokalität, auf das es sonst nicht „geachtet" hätte, seinem Gedächtnis ein und fände den Rückweg. Die eigentümliche Flugbewegung des Vorspiels aber, durch die das Merken des Zieles erleichtert wird, ist offenbar nichts anderes, als ein durch Reize ausgelöster reiner Instinkt.

*

Vergegenwärtigen wir uns jetzt den außerordentlichen Gewinn, der Bienen und Ameisen aus ihrer „assoziativen" Stimmbarkeit erwächst, – gestattet sie doch, die Nahrung, die sonst nach der Schrotflintenmethode mit vielem Kraft- und Zeitaufwand „gesucht" werden müßte, künftig unmittelbar zu finden –, so wundert uns nicht, sondern scheint selbstverständlich, daß auf dem gleichen Grundprinzip beruhende Mechanismen zahllosen höheren Tieren gegeben sind. Und das Prinzip erlaubte nicht nur die mannigfachste, dem wechselnden Bedürfnis entsprechende Anwendung, sondern konnte vor allem, ohne daß der Boden der Physikochemie verlassen würde, auf weittragende, ja wahrhaft schrankenlose Art vervollkommnet werden.

Zunächst braucht der „assoziative Reiz" – derjenige, der durch besondere Stimmung nervöser Organe den Erwerb der neuen Reaktionsweise vorbereitet – durchaus nicht immer der Ernährungssphäre entnommen zu sein. Schon bei Insekten wirkt das Sammeln von Baumaterial in gleichem Sinne. Und mancherlei andere Instinkte, bei denen mit Örtlichkeiten gerechnet wird, gelangen durch Beigabe eines Assoziationsmechanismus ebenfalls zu einer höheren Stufe der Zweckmäßigkeit. Hat beispielsweise ein Tier den Instinkt, sich zu verstecken, d. h. zeitweilig dunkle, stille, umschlossene Örter aufzusuchen und dort zu bleiben, so liefert das

Ensemble dieser lokalen Zustände oder die durch sie hervorgerufene körperliche Ruhe vielleicht den assoziativen Reiz, der das Tierchen stimmt, sich Aussehen und Umgebung des passenden Verstecks zu „merken" und bei der nächsten Gelegenheit direkt darauf zuzulaufen.

Sodann liegt in der Einführung assoziativer Hilfsmechanismen ein äußerst leistungsfähiges Mittel zur Verfeinerung und Erweiterung auch negativer Reaktionen. Ein Vogel, der seinem Instinkte folgend eine giftige Raupe aufgepickt und, wiederum instinktiv, den scharfen Geschmacksreiz mit Ausspeien beantwortet hat, läßt das Tier nunmehr liegen, obwohl er doch eigentlich auf dessen Anblick sogleich mit einer neuen Freßbewegung reagieren müßte. Diese zweckmäßige Korrektur des Instinkts wird aber nicht durch Unlust oder andere psychische Faktoren bewirkt. Sondern das aus Geschmacksreiz und negativer Reaktion bestehende Erlebnis hat als ein assoziativer Reiz die optischen Centren zur Einprägung des Raupenbildes angeregt und gleichzeitig in anderen, mit jenen verbundenen Ganglienzellen eine Stimmung hervorgerufen, durch die bei wiederholtem Erscheinen des eingeprägten Bildes die Freßreaktion vereitelt wird.

Natürlich können auch andere als optische Reizungen assoziativ „gemerkt" und zur Beförderung oder Hemmung der Instinkte verwendet werden.

Ein Wiederkäuer merkt sich den Geruch einer giftigen Pflanze, von der er zu fressen versucht. Oder diejenigen Muskelbewegungen des Tieres selber, die einer schlimmen Erfahrung unmittelbar vorausgegangen waren (und irgendwo im Nervensystem eine flüchtige Spur chronologisch geordneter Stimmungen hinterlassen hatten), prägen sich unter der Wirkung des assoziativen Reizes dauernd ein; bei Wiederholung der gleichen Folge von Muskelkontraktionen ergibt sich ein innerlicher Widerstand, der den Fortgang verhindert. Auf solche Weise lernen vielleicht die Krabben den Weg, der sie in eine Sackgasse geführt hat, künftig zu meiden (YERKES). Daß diese Fähigkeit den Tieren, die ein bewegtes, an Flucht und Verfolgung reiches Räuberleben in höchst zerklüftetem Terrain, zwischen Schwämmen und Korallen führen, von hohem Werte war und die Beschaffung eines komplizierten Mechanismus begründete, leuchtet ein.

*

Nun käme freilich die Lernfähigkeit der Tiere, wenn sie lediglich auf abgepaßten, für einen ganz bestimmten Reiz- und Stimmungsverlauf berechneten Assoziationsmechanismen beruhte, aus den Grenzen einer pedantischen Starrheit und Unzulänglichkeit nicht hinaus. Zwar konnten dem Tiere mit fortschreitender Entwicklung so viele assoziative Einzel-

mechanismen verliehen werden, daß es in allen wichtigen und regelmäßig wiederkehrenden, darum voraussehbaren Fragen seiner Existenz belehrungsfähig war. Aber ein großer Teil der nutzbaren Erlebnisse ist doch von solcher Art, daß es ganz unmöglich ist, ihren Eintritt oder wenigstens ihre Einzelheiten vorauszusehen und bei der stammesgeschichtlichen Ausrüstung des Tieres auf sie Bedacht zu nehmen. In allen diesen vielleicht sehr wichtigen Dingen würde das bestausgestattete Geschöpf gerade so borniert und unbelehrbar sein wie das niedrigste.

In Wirklichkeit ist aber das Lernen aus Erfahrung durchaus nicht immer auf eine bestimmte Liste von Möglichkeiten eingeschränkt. Zum Beispiel reagierten Frösche, die YERKES[24] über Kupferdrähte laufen ließ und dann durch Schließen eines elektrischen Stromes heftig reizte, nach wiederholter übler Erfahrung schon auf die bloße Berührung des Drahtes mit schleuniger Flucht; und offenbar konnte den Tieren ein Mechanismus, der eigens auf die Assoziation elektrischer Schläge mit Tastreizen berechnet wäre, nicht von Haus aus verliehen sein. Daß hier, wie in zahllosen ähnlichen Fällen, ein seinem Wesen nach umfassenderes Geschehen, die Fähigkeit, beliebige Schädigungen mit irgendwelchen Reizen zu assoziieren, zutage tritt, ist vielmehr gewiß.

Allein man darf nicht glauben – wozu man sich

bei ungenügender Überlegung versucht fühlen mag –, daß diese wunderbar zweckmäßige Gabe nur durch den Eingriff eines teleologischen Prinzipes, wohl gar eines psychischen „Schmerzgefühls" erklärt werden könnte. Das hoch erstrebenswerte Ziel ließ sich vielmehr mit Hilfsmitteln der mechanistischen Physiologie recht wohl erreichen. Es konnte z. B. durch feine nervöse Verknüpfung die Einrichtung getroffen sein, daß jedesmal, wenn eine stärkere negative Reaktion – Flucht oder Abwehr – auf einen der hierfür adäquaten Reize hin, sei er nun chemischer, mechanischer oder sonstiger Natur, geschieht, von den daran beteiligten Ganglien eine Erregungswelle zu einem gemeinsamen Centrum geleitet wird. Dieses Centrum aber stehe seinerseits mit Ganglienzellen aller Sinnesorgane, wie auch mit denjenigen, worin die eigenen Muskelkontraktionen des Tieres als Reihe von Eindrücken registriert werden können, in Zusammenhang. Wird nun das Centrum durch irgendeine negative Reaktion erregt, so gibt es die Welle an alle jene Ganglienzellengruppen weiter und stimmt sie zur Tätigkeit. Alsbald werden die gleichzeitig wirkenden Reize, chemische, mechanische, das optische Bild der Umgebung, die Abfolge der eigenen letzten Bewegungen von den betreffenden Organen aufgenommen und als Eindrücke im Gedächtnis bewahrt. So „merkt" sich das Tier eine ganze Anzahl begleitender Um-

stände seines schädlichen Erlebnisses. Damit es aber diese Umstände, was doch die Absicht ist, als künftig zu meidende, verdächtige merkt, spielt noch ein besonderer Stimmungsvorgang mit hinein: weil nämlich der Reiz zum „Merken“ aus dem Centrum der negativen Reaktionen kam, so liegt über der Gesamtheit der gewonnenen Eindrücke von Anfang an eine besondere, irgendwie strukturell oder chemisch charakterisierte, „negative“ Stimmung. Wenn nun das Tier die gleichen äußeren Umstände oder einen Teil von ihnen zum zweiten Male trifft, oder wenn es dieselbe Bewegungsreihe, die früher zu einem schädlichen Ende führte, zu wiederholen beginnt, so kann aus der erneuten Reizung der Ganglienzellengruppen ein negativ charakterisierter Bewegungsimpuls gewonnen werden. Es erfolgt je nachdem Flucht oder Unterbrechung der begonnenen Bewegungsreihe.

Von ganz besonderem biologischen Werte mußte es ferner sein, wenn Tiere bereits durch Hemmung oder Störung ihrer instinktiven Bewegungen, durch „Mißerfolg“ gestimmt wurden, sich die begleitenden äußeren und inneren Umstände, mit negativem Vorzeichen behaftet, einzuprägen, was sich durch eine entsprechende Ausgestaltung des physikochemischen Assoziationsapparates erreichen ließ. Und da auf eine analoge Art auch günstige Erlebnisse, erfolgreich verlaufene Instinktbewegungen

zur Gewinnung von vielerlei Eindrücken – die dann positiv charakterisiert sind und das Geschöpf zum Aufsuchen der günstigen Begleitumstände, zur Wiederholung heilsamer Bewegungen reizen – verwendet werden konnten, so führt die Verallgemeinerung des Lernens bereits auf eine bedeutende Höhe.

*

Noch vorteilhafter und stammesgeschichtlich erstrebenswerter aber war die Fähigkeit, das Gelernte zu verallgemeinern, d. h. diejenige neue Reaktionsart, die durch Erfahrung an einem bestimmten Einzelobjekte – Lokalität, Gegenstand oder Vorgang – erworben wurde, auf eine ganze Klasse gleicher oder ähnlicher Objekte von gleichem biologischen Werte auszudehnen. Wir haben die Vorkommnisse dieser Kategorie, deren Bedeutung wir von den Insekten an ständig wachsen sahen, vorläufig mit menschlich-psychologischen Dingen in Parallele gesetzt. Die einfacheren Fälle entsprechen äußerlich der sogenannten Ähnlichkeitsassoziation. Die kompliziertesten aber sind von Handlungen, die wir auf Grund von Abstraktion und Begriffsbildung, d. h. von Leistungen der Intelligenz vollziehen würden, kaum noch zu unterscheiden. – Und dennoch erheben wir jetzt, auf unsere bisherigen Erfolge gestützt, ganz unerschrocken die Frage, ob denn in diesen Erscheinungen überhaupt ein psychischer Faktor enthalten sei.

Die Fälle, die sich mit bloßer Ähnlichkeitsassoziation vergleichen lassen, machen geringe Mühe. Hat ein Wiederkäuer sich den Geruch einer scharf schmeckenden Pflanze negativ gemerkt, so scheint fast selbstverständlich, daß er auf den eines anderen Pflanzenindividuums gleicher Spezies ebenfalls negativ reagieren wird, obwohl der zweite Geruch sich sehr wahrscheinlich quantitativ und — wegen der Beimischung fremder Riechstoffe — auch in der Qualität ein wenig vom ersten unterscheidet. Die Fenster einer Hausfront stimmen in Form, Farbe, Beleuchtung so nahe überein, daß es erstaunlich wäre, wenn eine Biene, die an dem einen Nahrung gefunden hat, nicht auch die anderen gelegentlich besuchen würde. Die Assoziationsmechanismen müssen eben nicht — und können kaum — mit solcher Exaktheit berechnet sein, daß nur bei völliger Identität des eingeprägten und des „wiederholten" Reizes die positive oder negative Erregung gewonnen würde: sie funktionieren auch, wenn eine mäßige Zahl von Einzelheiten gegen früher verändert ist oder fehlt, oder ein paar neue Details hinzugetreten sind. Und wäre dennoch einmal der Mechanismus von solcher Genauigkeit, daß die nützliche Ausdehnung des Gelernten auf ähnliche Objekte dadurch verhindert würde, so steht einer phylogenetischen Lockerung des allzustraffen Apparates bis zu dem wünschenswerten Grade ja nichts im Wege.

Von dieser Fähigkeit, beliebige Abweichungen des wiederholten vom früher eingeprägten Reize zu vernachlässigen – einer Gabe, die immer die Gefahr nachteiliger Verwechslungen in sich barg und darum nur in beschränkten Grenzen nützlich war –, entfernt sich dasjenige, was wir „Begriffsbildung" nannten, auf scheinbar höchst bedeutungsvolle Weise. Hier wird zwischen den wesentlichen und unwesentlichen Eigenschaften einer Klasse von Objekten ein zweckmäßiger Unterschied gemacht. Die wesentlichen, für die betreffende Klasse charakteristischen, die demzufolge an jedem Einzelobjekte Signale seines biologischen Wertes sind, werden scharf beachtet und dürfen nur wenig variieren. Dagegen wird den unwesentlichen Merkmalen die Erlaubnis, zu verschwinden oder abzuändern, so reichlich erteilt, daß im Gesamthabitus der Objekte ein viel größerer Änderungsspielraum als bei den „Ähnlichkeitsassoziationen" ohne Gefahr der Verwechslung mit fremden Objekten zulässig wird. Ein Vogel, der eine bunte Raupe als übelschmeckend erprobt und weggeworfen hat, läßt zunächst nur dieses eine Exemplar, nach wiederholter Erfahrung aber die ganze Spezies ungeschoren, obwohl ihm die Einzelobjekte in wechselnder Größe, gekrümmt oder gestreckt, bald im Profil und bald von oben vor Augen kommen. Von diesen für den Begriff der giftigen Raupe unwesentlichen Dingen

hat er zu „abstrahieren“ gelernt. Fehlt aber in einem vor seinem Auge erscheinenden Raupenbilde das wesentliche Merkmal, das bunte Muster der giftigen Art, so greift er zu. Und selbst die Biene lernt, wie es scheint, nach mehrfacher guter Erfahrung das für ein offenes Fenster Wesentliche herauszufinden.

Ist nun die Annahme wirklich nicht zu umgehen, daß das „begriffsbildende“ Tier den Unterschied zwischen wesentlichen und unwesentlichen Eigenschaften, die es so ungleich würdigt, auf Grund eines Urteils erkannt habe? Muß Abstraktion notwendig ein psychischer Denkprozeß sein? Ganz und gar nicht! W. ROUX[25] hat schon vor mehr als fünfundzwanzig Jahren den Weg gezeigt, wie Abstraktionen auf völlig mechanische Weise entstehen können, und neuerdings hat SEMON[26] den Gedanken weiter ausgeführt. Die „wesentlichen“ Eigenschaften einer Klasse von Objekten sind eben die konstanten. Und weil sie konstant sind, d. h. bei jeder neuen Begegnung des lernenden Tieres mit einem Objekte der betreffenden Klasse die Sinnesorgane reizen, so prägen sie sich dem Gedächtnisse – falls diesem nur die nötige Fassungskraft verliehen wurde – immer tiefer und fester ein. Dagegen wiederholen sich die unwesentlichen, schwankenden Merkmale seltener oder gar nicht: sie verblassen oder werden von anderen, an ihre Stelle tretenden

Eindrücken ausgelöscht. So resultiert aus einer längeren Reihe von Erfahrungen ein relativ einfacher Gesamteindruck, der nur noch dem „Begriffe" des Objektes entspricht, durch seine scharfe Prägung jedoch geeignet ist, bei künftigen Wiederholungsreizen besonders prompte und kräftige Reaktionen hervorzurufen. Die Biene z. B., die nacheinander in einer Anzahl von offenen Fenstern verschiedener Häuser Süßigkeit gefunden hat, besitzt in ihren Ganglien ein positiv charakterisiertes „Erinnerungsbild", woraus die Eindrücke der wechselnden Merkmale: genauere Form, Farbe des Fensterrahmens, Aussehen der näheren Umgebung, verschwunden sind. Dagegen enthält es in um so größerer Schärfe Eindrücke der wesentlichen Eigenschaften jedes offenen Fensters: das Bild eines viereckig umrahmten dunklen Feldes auf hellerem Grund, vielleicht noch die Eindrücke feiner, für uns nicht wahrnehmbarer Temperatur- oder Tonreize, die mit dem Aus- und Einströmen der Luft zusammenhängen. Und dieser höchst empfindliche, mit positiver Flugreaktion fest assoziierte Gesamteindruck führt die Biene an offene Fenster, die sie nie zuvor gesehen hat.

*

Nun ist der Fortschritt, der in diesen letzten Vervollkommnungen des Lernens liegt, kaum zu ermessen. Die daran teilnehmenden höheren Tiere

richten ihr Verhalten je nach beliebig gegebenen Verhältnissen passend ein, reagieren zweckmäßig auf nie gesehene Dinge und Örtlichkeiten. Und je reicher der Schatz an individueller Erfahrung ist, den ein Geschöpf sich sammelt, um so öfter und gründlicher wird es uns durch scheinbar intelligente Maßnahmen in Erstaunen setzen. Gleichwohl gab es immer noch einen Punkt, worin der Assoziationsbetrieb einer kolossalen Verbesserung zugänglich war: das Sammeln des Erfahrungsschatzes selber.

Bis dahin war der Eintritt lehrreicher Erlebnisse dem Zufall anheimgestellt. Natürlich währte es da lange, das Tier wurde alt und grau, ehe es den Vorrat an Eindrücken, die ihm dringend nützlich sind, beisammen hatte. Aber wir kennen schon die Methode, mit der sich die Natur in solchen Fällen allemal zu helfen weiß. Es brauchte den Tieren nur ein Instinkt verliehen zu werden, der sie veranlaßt, die nutzbaren Erfahrungen nach dem Prinzip der Schrotflinte aufzusuchen. Das ist der Spielinstinkt, für dessen hohe biologische Bedeutung uns GROOS[27] zuerst die Augen geöffnet hat. Mit irgendwelchen Gegenständen der Außenwelt, wie mit dem eigenen Körper führt das Tier eine Fülle wechselnder Bewegungen und Prozeduren aus, von denen die meisten weder nützlich noch schädlich sind und ohne Reiz und Eindruck vor-

übergehen. Hin und wieder aber fügt sich das spielende Tier einen Schaden zu, oder ein heilsamer Reiz macht sich plötzlich geltend, worauf die betreffenden Bewegungen und äußeren Begleitumstände assoziativ gemerkt und als positiv oder negativ charakterisierte „Erinnerungsbilder" aufgehoben werden.

Allerdings gehört zum Spielen Zeit. Ein Tier, das auf der Höhe seines Lebens steht, für Nahrung, Fortpflanzung, Brutpflege sorgen, sich seiner Feinde erwehren muß, wird wenig Muße dazu übrig haben und sollte überhaupt mit dem notwendigen Bestande an Kenntnissen am besten schon ausgerüstet sein. Also wird eigens zum Spielen und Lernen eine Jugendzeit eingerichtet. Von den Alten genährt und verteidigt spielen die jungen Tiere den halben Tag, sammeln Erfahrungen, üben ihre Instinkte und vervollständigen sie durch passende Assoziationen.

Dann war es wieder nicht rationell, daß jedes Junge als völliger Autodidakt sich selber unterrichten mußte, während die Alten den Schatz ihrer reifen Erfahrung in sich trugen, ohne ihm zu helfen. Auch hierfür gab es billigen Rat. Die jungen Tiere erhielten den Instinkt, auf Reize hin, die die Alten in biologisch wichtigen Lebenslagen produzieren, z. B. einen Warnruf bei Gefahr, zweckmäßig dazu passende Bewegungen auszuführen; gleichzeitig aber prägen sie sich auf Grund eines besonderen Assoziationsmechanismus die begleitenden äußeren Um-

stände derartig ein, daß nach einiger Übung der kompliziertere äußere Reiz an Stelle des elterlichen Signales tritt und fortan den Eintritt der zweckmäßigen Bewegung unmittelbar bewirkt. Ein alter Vogel reizt vielleicht beim Anblick eines Falken oder Habichts sein Junges durch einen Warnungsruf zum instinktiven Niederducken. Das Junge „merkt" sich aber das Raubvogelbild, „assoziiert" es bei öfterer Wiederholung immer fester mit der Duckbewegung, gewinnt durch „Abstraktion" von allem Schwankenden und Unwesentlichen den Eindruck des Raubvogel-„Begriffs" und reagiert nun sein Leben lang mit Niederducken auf das Erscheinen aller geflügelten Räuber. Hat aber der junge Vogel später selbst Familie, so tritt der Instinkt bei ihm in Kraft, beim Ducken den Warnungsruf auszustoßen, wodurch die nützliche Reaktion auf das Raubvogelbild von Generation zu Generation übertragen wird.

IV.

Intelligenz. Bewußtsein. Abschluß.

Nachdem nunmehr das ganze Gebiet des assoziativen Lernens mit Einschluß der Abstraktion vergeblich nach einem psychischen Faktor durchsucht worden ist, vertrauen gewiß viele, daß es gelingen werde, nun auch die allerkompliziertesten Züge der „Tierpsychologie", die wir in wohlbewußter Un-

genauigkeit als intelligente bezeichnet haben, auf mechanistisch-physiologische Geschehensgründe zurückzuführen. Betrachtet man aber das jetzt zu lösende Problem, so scheint auf den ersten Blick sein Abstand von dem des assoziativen Lernens denn doch gewaltig weit. Eine auf Assoziation beruhende Verrichtung hebt allemal mit einem konkreten Geschehnis an, einer Bewegung des Tieres oder einer Reizung seiner äußeren Sinne: durch diesen Vorgang – den Wiederholungsreiz – geweckt, tritt das ihm unmittelbar entsprechende „Erinnerungsbild" wie eine am Draht gezogene Marionette auf die Szene. Intelligentes Handeln trägt weit weniger den Charakter maschinenmäßiger Notwendigkeit. Es scheint, als wenn das Tier durch ein „empfundenes" Bedürfnis, eine „erkannte" Notlage veranlaßt würde, zu „überlegen". Und das Erinnerungsbild, das für die Notlage paßt, d. h. durch assoziierte Bewegungsimpulse zu ihrer Beseitigung geeignet ist, wird durch die „Überlegung", jedenfalls ohne die Hilfe des Wiederholungsreizes aus dem Erfahrungsschatze hervorgeholt.

Zergliedern wir jetzt das Problem zum Zwecke der Analyse und schauen genauer zu, so erkennen wir zunächst, daß der erste Anstoß der intelligenten Leistung dennoch in einem rein physiologischen Reize gesucht werden darf. Eine durch Intelligenz zu beseitigende „Notlage" im weitesten Sinne wird

dann vorhanden sein, wenn irgendeine fällig gewordene Reaktion durch äußere oder innere Hemmung verhindert wird, ohne daß Wiederholungsreize sich darböten, die den alsbaldigen Eintritt früher gelernter zweckdienlicher Bewegungen veranlassen könnten. Warum sollte aus einer solchen Hemmung nicht ein nervöser Erregungszustand resultieren, der nach irgendwelchen Centren fließt und seinerseits den Reiz zu weiteren Prozessen liefert? – Auch die Erscheinung, daß ein assoziiertes Erinnerungsbild ohne das Stichwort des zugehörigen Wiederholungsreizes in Tätigkeit tritt, ist unschwer zu begreifen. „Bilder" oder Eindrücke sind in sich geordnete und zusammenhängende Gruppen von zellulären Stimmungen. Eine Stimmung aber beruht auf einer chemischen oder strukturellen Zustandsänderung des Zellprotoplasma, die keineswegs sehr stabil ist; läßt sie sich doch durch leichte Reize in neue überführen und fällt sogar nach einiger Zeit von selber zurück in den Normalzustand. Da wäre es nicht sehr wunderbar, wenn eine lebhaft gestimmte Ganglienzelle gelegentlich von selbst oder auf einen beliebigen äußeren Anstoß hin in jenen aktiven Zustand überschlüge, der sonst nur durch den Wiederholungsreiz veranlaßt wird. Geschieht dies, so könnte infolge ihres inneren Zusammenhanges die ganze, den Eindruck darstellende Stimmungsgruppe in Aktion geraten. Das heißt, der Eindruck „tauchte auf" und bewirkte die mit ihm

assoziierten Bewegungen. Jedenfalls läge in der Annahme, daß zur Ermöglichung intelligenter Vorgänge den Ganglienzellen die Eigenschaft verliehen worden sei, auf den aus Notlagen resultierenden inneren Reiz hin gruppenweise in den Aktionszustand umzuschlagen, keine besondere Schwierigkeit. Und so verständen wir denn bereits, wenn das in Notlage befindliche Tier ohne erkennbaren assoziativen Grund eine durch frühere Erfahrung gelernte, vielleicht komplizierte Verrichtung vom Stapel ließe.

Aber eine so bewirkte Handlung würde zur Hebung der Notlage nicht, oder höchstens durch einen glücklichen Zufall geeignet sein, während doch das Wesen der Intelligenz eben darin liegt, daß das intelligente Tier die passende Bewegung mit Sicherheit und Bestimmtheit findet, daß also durch den Reiz der Notlage nicht ein beliebiges Erinnerungsbild, sondern eben das passende in Aktion gerät. Hier treffen wir auf den Kern der ganzen Frage. Wie kann es auf mechanistische Art geschehen, daß aus der Vielheit möglicher Eindrücke gerade der einzelne, der zweckmäßig ist, herausgesucht und gefunden wird? — Allein bei solcher Formulierung klingt uns die Frage schon nicht mehr neu und wunderbar, sondern recht bekannt. Das ist ja im Grunde das alte, immer wiederkehrende Problem des „Suchens“, das die Natur nach dem Prin-

zip der Schrotflinte zu lösen pflegt! Es wird wohl auch diesmal zum Helfer berufen sein. Hierzu gehörte wie immer zweierlei: erstens „Überproduktion" derjenigen Vorgänge, aus denen die Auswahl getroffen werden soll; sodann ein Mittel, das dem zufällig passenden Geschehnisse, während die anderen ergebnislos verlaufen, zu Dauer und Wirksamkeit verhilft. Beides läßt sich in unserem Falle denken.

Natürlich kann der Reiz der Notlage statt eines einzelnen Erinnerungsbildes ebensogut deren viele, vielleicht alle vorhandenen, sei es gleichzeitig oder nacheinander, in Aktion versetzen. Oder ein aufgetauchter Eindruck reißt andere aus ihrer Inaktivität heraus. So geht vielleicht ein Fließen und Wallen aufblitzender und rasch, ehe die assoziierte Bewegung eintreten kann, wieder verschwindender Erinnerungsbilder über die Schar der Ganglienzellen hin und her. Und dieses Wallen, das sich dem Spiele der „Phantasie" als physiologisches Analogon zur Seite setzen ließe, könnte stammesgeschichtlich zu Nutz und Frommen der Intelligenz besonders erleichtert worden sein. – Die zweite Forderung aber, daß unter allen emportauchenden Eindrücken nur eben der passende in die assoziierte Bewegung übergehe, verwirklicht sich vielleicht wie folgt. Da offenbar die äußeren und inneren Begleitumstände der Notlage als Reize aufgenommen, in Stimmungsgruppen verwandelt und zu einem

Gesamteindruck verbunden werden können, so ergibt sich die Möglichkeit, auf irgendwelchen Bahnen und durch Vermittlung eingeschalteter Centren das Bild der gegebenen Situation mit allen aufblitzenden Erinnerungsbildern in Kontakt zu bringen. Stellt sich bei dieser flüchtigen Berührung heraus, daß in den beiderseitigen Gesamteindrücken gemeinsame Elemente nicht enthalten sind, so erlischt das heraufbeschworene Erinnerungsbild und weicht dem folgenden. Wenn aber gleiche Bestandteile von hüben und drüben in hinreichender Zahl zusammentreffen, dann schnappt der Mechanismus ein: der Strom der nervösen Erregung fließt auf den Bahnen, die mit dem festgehaltenen Erinnerungsbilde verbunden sind, zur Muskulatur und bewirkt die assoziierte Bewegungsreihe. Nun bietet aber unter allen früher gesammelten Eindrücken derjenige die meiste Aussicht, daß die mit ihm assoziierte Bewegung zur Hebung der Notlage dienen möchte, der mit der gegenwärtigen Situation am nächsten verwandt ist, d. h. die meisten Elemente mit ihr gemeinsam hat. Das Tier wird also, dafern es überhaupt in seinem Erfahrungsschatze passende Assoziationen besitzt, mindestens eine relativ zweckmäßige Bewegung, vielleicht die zweckmäßigste von allen zur Ausführung bringen.

Mit Hilfe dieser Hypothese gelingt die mechanistisch-physiologische Deutung desjenigen Gescheh-

nisses, das in der „psychologischen" Übersicht als ein erdachtes Beispiel tierischer Intelligenz verwendet wurde, ohne Schwierigkeit. Der Affe, der vom Baume „herunter will", unterliegt zwei widerstrebenden Reizen. In seiner jetzigen Stimmung wird er vom Anblick des Bodens zum Niederklettern gereizt. Aber der sperrige, ihm wertvolle Gegenstand, den er in seinen Händen hält, ruft die Erfahrung wach, daß solche umfangreichen Dinge beim Klettern hindern, und diese negative Assoziation hemmt die zum Eintritt bereite Bewegungsreihe. Jetzt wirkt die innere Hemmung als Notlagereiz anregend auf die „Phantasie"; Erinnerungsbilder tauchen auf und werden irgendwo im Nervensystem mit den frisch gewonnenen Eindrücken der Notlage selber konfrontiert. Was dem Tiere zuerst „einfällt", ist vielleicht dummes Zeug: daß eine gewisse Frucht bitter schmeckt, daß die Sonne das nasse Fell trocknet . . ., es hat keine Verwandtschaft zur Situation und fliegt vorüber. Andere Bilder mögen schon besser passen: daß man einen Gegenstand von der betreffenden Form und Größe zerbrechen, sich auf ihn setzen kann; doch sind ihre Beziehungen zur Notlage noch nicht eng genug, und sie verschwinden. Dann aber taucht in dem tätigen Gehirn die Erinnerung auf, daß ein in der Hand gehaltener Gegenstand, wenn man die Finger öffnet, zu Boden fällt und drunten wieder aufgenommen werden kann. In dieser weit-

läufigen, durch vielfache Erfahrung jedoch festgeprägten, durch Abstraktion in allgemeine Form gebrachten Stimmungsgruppenfolge stellen die Einzeleindrücke des gehaltenen Gegenstandes, des Hinunterkletterns, der räumlich-zeitlichen Beziehung von oben und unten Elemente dar, die auch in dem Gesamtbilde der als Notlage wirkenden Situation enthalten sind. So fließen denn die beiderseitigen Erregungsgruppen ineinander, der Strom folgt den assoziierten Bahnen bis an die Muskulatur: der Affe öffnet seine Hand und läßt den Gegenstand fallen.

Im ganzen würde eine Intelligenz wie die hier beschriebene nichts anderes sein als eine höhere Form der Ähnlichkeitsassoziation, die nicht mit einfachen Sinneseindrücken, sondern mit hochkomplizierten, durch Abstraktion gewonnenen Stimmungskomplexen zu schaffen hat und außerdem im Spiele der „Phantasie" eine schätzbare Hilfe findet.

*

Hiermit stehen wir an der jenseitigen Grenze der „Tierpsychologie". Wir sind aus dem Reiche der physikochemischen Vorgänge ohne Sprung hineingelangt und haben in dem durchmessenen Gebiete nichts gefunden, was einer physikochemischen Auflösung prinzipiell widerstanden hätte. Spontanbewegung, Reizbarkeit und Stimmbarkeit, auf denen die angeborenen Instinkte beruhen, nicht minder

die Arten des Lernens aus individueller Erfahrung: „Assoziation" und „Abstraktion" und endlich die „Intelligenz" sind so, wie sie heute verlaufen, mechanistisch deutbar. Und da von der einfachsten Form des Verhaltens zur höchsten eine kontinuierliche Stufenfolge emporführt, so braucht auch in der Stammesgeschichte dieser Dinge nirgends ein Seitensprung auf teleologisches Gebiet vorausgesetzt zu werden. Dann leugnen wir nach dem Prinzip der Sparsamkeit, daß an der Kausalität des tierischen Verhaltens ein „psychischer Faktor" beteiligt sei.

Aber die ganze so weit gediehene Erörterung bliebe ein Torso ohne Haupt, wenn man sie hier beenden wollte. So sehr aus technischen Gründen die Scheidung der „tierischen" von der menschlichen Verhaltungslehre sich empfehlen mag, so gern wir die methodologische Überlegenheit und unvergleichlich höhere Vollendung der Menschenpsychologie respektvoll anerkennen: die stammesgeschichtliche Betrachtungsweise zwingt uns dennoch zu einem Übergriffe in ihr Gebiet. Phylogenetisch schließt sich der Mensch eben doch unlösbar an die Tierreihe. Und wenn es wahr ist, daß das Verhalten des Menschen ohne Inanspruchnahme psychischer oder doch zwecktätiger Ursachen nicht restlos erklärt werden kann, so hätte unsere Beweisführung ihr Ziel verfehlt. Ob nun der „psychische Faktor"

erst seit der Bildung des Menschen selber herangezogen worden ist, oder der ungeheure Sprung vom Mechanismus zur Zwecktätigkeit von ausgestorbenen tierischen Ahnen vollzogen wurde, – jedenfalls wäre die prinzipielle Vereinfachung des Weltbildes, nach der wir strebten, nicht eingetreten. Und selbst die mühsam errungene Erkenntnis, daß die gesamte übrige Tierwelt zur Bildung und Durchführung ihres zweckmäßigen Verhaltens von jeher mit physikochemischen Gründen ausgekommen ist, hätte für uns kein rechtes Interesse mehr.

Nun fehlt uns freilich zu dem Versuche, intelligente Operationen des menschlichen Gehirns als ein Zusammenspiel von physikochemischen Prozessen erschöpfend darzustellen, hier die Zeit; selbst wenn er uns gelänge. Aber dessen bedarf es nicht. Wir müßten nur die Möglichkeit beweisen, daß die dem tierischen Verhalten zugrunde liegenden Mechanismen eine derartig starke Steigerung ihrer Leistungsfähigkeit erfahren konnten, daß die Grenze gegen die menschliche Intelligenz verschwämme: dann verböte das Sparsamkeitsprinzip ohnehin, im jenseitigen Gebiet den prinzipiell neuen Geschehensgrund eines psychischen Faktors anzunehmen.

Versuchen wir's, so ist zunächst gewiß, daß die als tierische Intelligenz bezeichnete Auswahl der passendsten Erfahrungen einer bedeutenden Weiterbildung auf mechanistisch-physiologischer Basis zu-

gänglich war. Wenn zwischen den einzelnen „Erinnerungsbildern“ – d. h. Stimmungsgruppen – eine räumliche oder funktionelle Beziehung von solcher Art bestände, daß in dem „Spiele der Phantasie“ ein aktiviertes Erinnerungsbild immer nur solche anderen Bilder, mit denen es wenigstens ein Element gemeinsam hat, auf die Szene riefe, so gewänne das intelligente Verfahren sehr an Kürze und Einfachheit: der Notlagereiz zitierte die Eindrücke nicht kunterbunt und scharenweise, sondern von vornherein in einer beschränkten Auswahl relativ passender zu der entscheidenden Konfrontation. – Ferner konnte für den gewiß nicht seltenen Fall, daß gar kein vorhandenes Erinnerungsbild der Notlagesituation genügend nahekommt, um unmittelbar das Einschnappen des Apparates herbeizuführen, folgende Erweiterung der Phantasietätigkeit vorgesehen sein. Der relativ am besten passende Eindruck verharrt, während die übrigen verschwinden, im Zustande der Aktivität und ruft nun seinerseits einen Kreis mit ihm verwandter Bilder auf die Szene. Findet sich unter diesen eines, das ebenfalls Elemente der Notlagesituation, und zwar bisher noch nicht vertretene enthält, so gliedert sich das neu gefundene Erinnerungsbild dem ersten an, eventuell noch ein drittes oder viertes; und so entstünde ein kleines Konsortium aktiv gewordener Erinnerungsbilder, das mit vereinten Kräften den nötigen Verwandtschafts-

grad zur Situation repräsentierte, d. h. den Mechanismus schließen und in die assoziierten Muskelkontraktionen übergehen würde. Die resultierende Gesamtbewegung aber wäre im Durchschnitt eine verhältnismäßig passende. Während also die früher zugestandene Intelligenz nur dann zu zweckmäßigem Handeln befähigte, wenn eine entsprechende, ziemlich nahe verwandte Erfahrung fix und fertig vorhanden war, vermöchten Tiere oder Urmenschen, die mit der neuen Art von Phantasiespiel ausgerüstet wären, die für die Notlage passende Eindrucksreihe gleichsam schöpferisch aus einzelnen Stücken zusammenzusetzen, und zeigten in Situationen, worin die anderen am Ende ihres Witzes ständen, noch immer Findigkeit.

Gewaltig ist auch der Fortschritt, der den halbtierischen Menschenahnen aus der Vervollkommnung der Sprache, die an und für sich durchaus kein psychisches Ursachenglied zu enthalten braucht, erwachsen mußte. Bei Tieren ist ihre Rolle, als eines nach Produktion wie Aufnahme instinktiven Verständigungsmittels, eine ziemlich bescheidene. Indem aber die Sprache der instinktiven Sphäre entrückt, von jedem Individuum auf assoziativem Wege erlernt wurde, konnte sie schrankenlos erweitert, zur Bezeichnung beliebig komplizierter Dinge, durch Abstraktion gewonnener „Begriffe“ verwendet werden und stellte nicht nur ein ungleich

feineres und reicheres Instrument der Mitteilung dar, sondern diente auch dem Individuum, wie die Zahlen dem Rechner, als ein bequemes Zeichensystem zur Erleichterung intelligenter Operationen.

Bedenkt man ferner, daß alle übrigen Grundlagen des zweckmäßigen Verhaltens wenigstens quantitativ noch gehoben werden konnten, daß die Kapazität des Gedächtnisses durch vielfältige Vermehrung der Ganglienzellen beträchtlich wuchs, die zum Erwerb des Erfahrungsschatzes bestimmte Jugendzeit verlängert wurde, so blickt man in eine Perspektive gewaltigster und dennoch physikochemisch begreiflicher Steigerungsmöglichkeit. Wer hätte den Mut, das letzte Ende dieser Möglichkeit bezeichnen zu wollen? Wer wagt zu sagen, daß ihre äußerste Grenze noch immer diesseits des Gebietes menschlicher Intelligenz gelegen sei?

So gilt denn wohl bis zum Beweise des Gegenteils der Satz, daß auch die menschliche Intelligenz keinen psychischen Faktor enthält, und daß sie stammesgeschichtlich durch kontinuierliche Umbildung und Verfeinerung physikochemischer Nervenprozesse entstanden ist.

*

Hier fährt vielleicht manchem durch den Sinn: Das menschliche Bewußtsein ist aber doch da! Die Operationen der Intelligenz, für die ein psychi-

sches Hilfsmittel nicht benötigt werden soll, das Spiel der Phantasie sind uns doch wirklich bewußt. Mit den inneren Entscheidungen, aus denen eine Handlung resultiert, verbindet sich das Gefühl des Willens. Lust und Unlust sind keine Märchen, sondern die wohlbekannten Begleiterinnen unserer Erlebnisse. Sogar von den einfachsten Sinnesreizen haben wir bewußte Empfindungen. Bewußtsein ist aber doch wohl nichts Physikochemisches! Scheint es da nicht, als wenn die ganze Methode der Sparsamkeit, die uns zur Ausdehnung der mechanistischen Hypothese auf den Menschen zwang, eben hierdurch ad absurdum geführt worden wäre?

Das trifft nicht zu. Wir haben von einem psychischen Faktor gesprochen. Die Ursachen des Verhaltens, auch des menschlichen, sind für uns ausschließlich physikochemische. Also würde die Existenz des menschlichen Bewußtseins nur dann vernichtend für unsere Methodik sein, wenn es sicher wäre, daß das Bewußtsein auf den Verlauf des Verhaltens ursächlichen Einfluß nimmt. Davon ist, wie die Erfahreneren wissen, keine Rede. Die Mehrzahl der Psychologen leugnet vielmehr die Möglichkeit eines kausalen Zusammenhanges zwischen Bewußtsein und Bewegung. Das Psychische mit seinem wechselnden Gehalt gilt ihnen als ein „Parallelvorgang" der das Verhalten allein bestimmenden Nervenprozesse, als ihre „subjektive Seite",

als Zuschauer, der sich in den Gang der Dinge nicht einmischt und nicht mischen kann. Und wenn auch die aufgestellte These von ihren Anhängern selbst nicht immer mit völliger Konsequenz gehandhabt wird, so gibt sie doch jedenfalls uns, denen die Autorität der stammesgeschichtlich-ökonomischen Beweisführung zur Seite steht, vollends das Recht, dem menschlichen Bewußtsein die Eigenschaft eines wirkenden „Faktors" abzusprechen. In der Rolle einer wirkungslosen subjektiven Spiegelung der physikochemischen Nervenprozesse fällt aber das Bewußtsein gänzlich aus dem Rahmen unserer kausalen Untersuchung und berührt ihre Resultate nicht.

Immerhin ist die Bewußtseinsfrage historisch und sachlich so eng mit der Verhaltungslehre verknüpft, daß auch wir noch einen Moment bei ihr verweilen und ihre Tragweite für die Tierwelt ermessen wollen. Nehmen wir an – was uns die Vorsicht zunächst gebietet –, Bewußtsein komme nur dem Menschen zu, so führt uns die Frage, w a r u m es existiert, in eine seltsame Situation. Da für den Ablauf der Hirn- und Nervenprozesse unser Bewußtsein vollkommen „unnütz und überflüssig" ist (ZIEHEN[28]), kein einziger von ihnen durch den Hinzutritt des psychischen Parallelvorganges im allergeringsten einfacher oder begreiflicher wird, ist der Gesichtspunkt des stammesgeschichtlichen F o r t s c h r i t t e s hier nicht anwendbar. Gleichviel auf welchen Grün-

den die phylogenetische Vervollkommnung beruhen mag, auf den „Erwerb“ des Bewußtseins um seiner selbst willen haben sie sicher nicht hingewirkt. Sondern das Psychische könnte dem Menschen nur als ein zufälliger Fund in den Schoß gefallen, als Folge von anatomischen oder funktionellen Verbesserungen seines Nervensystems in die Erscheinung getreten sein. — Aber wo sind im Bau des menschlichen Gehirns, wo in seinen Funktionen Neuerwerbungen von solcher Eigenart und ausschlaggebenden Bedeutung, daß das Auftauchen des Bewußtseins sich mit einiger Wahrscheinlichkeit durch sie begründen ließe? Wir wissen ja von früher, daß auch in diesen Dingen die Grenze zwischen Mensch und Tier nicht scharf gezogen ist, sondern verschwimmt. Als wir den Blick vom Tierreich aufwärts zur Höhe der menschlichen Entwicklungsstufe richteten, da hielten wir es aus Mangel einer scharfen Grenze nicht für erlaubt, in dem Verhalten des Menschen prinzipiell neue Geschehensgründe anzunehmen. Jetzt ist die Lage ähnlich, nur umgekehrt. Wir kennen aus unmittelbarer Erfahrung und den Aussagen anderer das menschliche Bewußtsein, aber wir sehen, da die Grenze nach abwärts verschwommen ist, nicht ein, warum es sich gerade beim Menschen den physikochemischen Prozessen des Nervensystems neuerdings beigesellt haben sollte. Also drängt uns das Prinzip der Sparsamkeit zu der Hypothese,

daß das Bewußtsein kein menschlicher Spezialbesitz, sondern auch bei Tieren vorhanden sei. – Freilich wird diese Hypothese, da das Kriterium des Nutzens hier absolut versagt, sich nie beweisen lassen; wie auch die Einzelfragen nach dem Umfange des tierischen Bewußtseins, der Qualität seiner Inhalte, der Stelle seines ersten Aufdämmerns in der Stammesgeschichte unerforschbar sind.

*

Und worin liegt der früher in Aussicht gestellte besondere Gewinn, der aus der mechanistischen Auflösung der Tierpsychologie für das kausale Problem des Lebens im allgemeinen erwachsen sollte?

Die Annahme eines „psychischen Faktors“, einer zwecktätigen Grundlage des menschlichen und tierischen Verhaltens hat in dem Streite um Mechanismus und Vitalismus insofern eine hervorragende Rolle gespielt, als gerade diese Annahme vielen sehr sicher begründet, ja eines Beweises kaum bedürftig schien. So sahen die Vitalisten in der vermeintlichen Gewißheit zwecktätigen Geschehens auf psychologischem Gebiet den stärksten Rückhalt für ihre eigenen, auf die Erklärung der Zweckmäßigkeit in Stammesgeschichte und Ontogenesis gerichteten Lehren.

Erstaunlich weit geht in dieser Beziehung ein

Teil der Neo-Lamarckianer, deren Meinung in PAULY's[29] Buch über „Darwinismus und Lamarckismus“ am besten zum Ausdruck kommt. Diese Schule verwirft die Selektionstheorie. Ich habe sie hier nicht zu verteidigen. Nach meiner persönlichen Ansicht steht die Zuchtwahllehre, seit ihr in Mutation und Orthogenesis die Fundamente, deren sie noch bedurfte, gegeben worden sind, fest genug. Auch spricht in hohem Grade für ihre Richtigkeit, daß Selektion nichts anderes ist, als eine ins Riesenhafte ausgedehnte Anwendung genau derselben Methode, nach der im Gebiete des Verhaltens offenkundig die zweckmäßigen Ziele erreicht, nützliche Richtungen gefunden werden: der Überproduktion von Möglichkeiten und Erhaltung des Passendsten. Wie die „Phantasie“ unter der Fülle zur Auswahl gestellter Eindrücke auch den brauchbaren bringt, wie das „suchende“ Umherschweifen der Amoebe die zweckmäßige Begegnung mit heilsamen Reizen vorbereitet, so liefert die Variabilität der verbesserungsbedürftigen Spezies einen Streukegel von Möglichkeiten, wovon die passendste bleibt. Und äußere Einflüsse oder innere, im Stoffwechsel kaum zu vermeidende Selbstveränderungen können das Keimplasma ebensogut zum Variieren bringen wie die Amoebe zum Wandern. – Was setzt nun PAULY an Stelle des anspruchlosen, auf jede Art von Keimprotoplasma vollkommen anwendbaren Selektions-

prinzipes? Man traut seinen Sinnen kaum: Intelligenz! Die Spezies „sucht“ nicht blindlings tastend den Weg zur Verbesserung, sondern sie trifft auf Grund eines — natürlich teleologisch gebildeten — „Urteils“ unmittelbar das Richtige. Also die allererstaunlichste, nur durch die kompliziertesten nervösen Mechanismen erklärbare, nur von den höchsten Lebewesen erlangte Fähigkeit, die obendrein den früheren Erwerb persönlicher Erfahrungen voraussetzt, wird den Körperzellen aller Stufen des Tierreichs, auch der niedersten, zugeschrieben. Diese seltsame, der wissenschaftlichen Sparsamkeit den Stuhl vor die Türe setzende Theorie bedarf keiner Widerlegung.

Aber die anderen Vitalisten sind besonnener. Sie berufen sich nur insofern auf das Psychologische, als hierdurch überhaupt die Existenz zwecktätiger, unmechanistischer Faktoren bewiesen werden soll. Darüber läßt sich wenigstens reden. Und diejenige Schule, die den Vorgängen der ontogenetischen Entwicklung restlose physikochemische Erklärbarkeit nicht zugestehen will, verdient wegen der unbestreitbaren Wucht ihrer Gründe, wie auch des überraschend starken Aufschwungs halber, den sie unter DRIESCH's gewandter Führung genommen hat und immer noch nimmt, sogar sehr ernste Berücksichtigung. Ich halte zwar die von den Forschern dieser Schule vorgebrachten Argumente nicht für

zwingend; so wunderbar manche Vorgänge sind, deren Kenntnis die Entwicklungsphysiologie zu nicht geringem Teil ihren vitalistischen Vertretern selbst verdankt, so glaube ich dennoch an die prinzipielle Möglichkeit, für alle unerklärten Fälle und die vielleicht noch rätselhafteren, die künftige Forschung uns bescheren mag, zureichende physikochemische Mechanismen auszusinnen. Daß aber die völlige Überwindung des ontogenetischen Vitalismus noch harte Kämpfe kosten werde, daran zweifle ich nicht.

Hier leistet nun die gleichzeitig unternommene Analyse des tierischen Verhaltens wertvolle Hilfe. Die vitalistische Lehre in Ontogenie wie Phylogenie kann kaum schwerer getroffen werden, als wenn man ihr die moralische Unterstützung von Seiten ihres für unerschütterlich gehaltenen psychologischen Bundesgenossen entzieht. Hoffen wir, daß die angebahnte Elimination des „psychischen Faktors" den Sieg des Mechanismus auf der ganzen Linie beschleunigen werde.

Anmerkungen.

1) E. WASMANN, Der Trichterwickler. Eine naturwissenschaftliche Studie über den Tierinstinkt. Münster 1884.

2) J. FABRE, Souvenirs entomologiques. Paris 1879–82.

3) E. WASMANN, Vergleichende Studien über das Seelenleben der Ameisen und der höheren Tiere. Freiburg 1900.

4) E. G. SPAULDING, An establishment of association in hermit crabs, Eupagurus longicarpus, Journ. Compar. Neurol. Psychol. XIV. 1904.

5) R. M. YERKES, Habit formation in the green crab, Carcinus granulatus, Biolog. Bul. III. 1902.

6) E. WASMANN, Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. Zoologica. 1899.

7) H. v. BUTTEL-REEPEN, Sind die Bienen Reflexmaschinen? Leipzig 1900.

8) W. WUNDT, Vorlesungen über die Menschen- und Tierseele, 3. Aufl. Hamburg und Leipzig 1897.

9) C. LLOYD MORGAN, Animal behaviour. London 1900.

10) E. v. HARTMANN, Philosophie des Unbewußten. 11. Aufl. Berlin 1904.

11) G. DRIESCH, Die „Seele“ als elementarer Naturfaktor. Leipzig 1903.

12) W. WUNDT, Naturwissenschaft und Psychologie. Leipzig 1903.

13) Wichtige Beiträge haben hierzu geliefert: A. BETHE, H. v. BUTTEL-REEPEN, E. CLAPARÈDE, A. FOREL, A. C. GLASER, E. HANEL, H. S. JENNINGS, J. LOEB, S. O. MAST, G. F. NICOLAI, G. H. PARKER, R. PEARL, L. RHUMBLER, R. SEMON, H. B. TORREY, J. v. UEXKÜLL, M. VERWORN, W. WAGNER, R. M. YERKES, H. E. ZIEGLER u. A.

14) H. S. JENNINGS, Behavior of the lower organisms. New York 1906.